

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Inventor : Naofumi KOBAYASHI
Filed : Concurrently herewith
For : DATA GENERATING DEVICE
Serial Number : Concurrently herewith

February 4, 2004

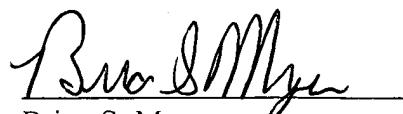
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

PRIORITY CLAIM AND
SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

SIR:

Applicant hereby claims priority under 35 USC 119 from **Japanese** patent application number **2003-029355** filed **February 6, 2003**, a copy of which is enclosed.

Respectfully submitted,



Brian S. Myers
Reg. No. 46,947

Customer Number:
026304
Docket No.: FUJY 20.944

OP11004

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 2月 6日
Date of Application:

出願番号 特願2003-029355
Application Number:

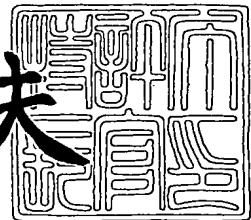
[ST. 10/C] : [JP2003-029355]

出願人 富士通株式会社
Applicant(s):

2003年10月21日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3086829

【書類名】 特許願
【整理番号】 0252355
【提出日】 平成15年 2月 6日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H04L 12/56
【発明の名称】 データ生成装置
【請求項の数】 10
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
株式会社内
【氏名】 小林 尚史
【特許出願人】
【識別番号】 000005223
【氏名又は名称】 富士通株式会社
【代理人】
【識別番号】 100089244
【弁理士】
【氏名又は名称】 遠山 勉
【選任した代理人】
【識別番号】 100090516
【弁理士】
【氏名又は名称】 松倉 秀実
【連絡先】 03-3669-6571
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 012092
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705606

【プルーフの要否】 要

【書類名】明細書

【発明の名称】データ生成装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第一のレイヤのデータに基づいてハードウェア的にスイッチングを行うスイッチング装置よりも上流に設置されるデータ生成装置であって、前記第一のレイヤよりも高次である第二のレイヤのデータから、転送データの転送処理に関する転送管理情報を読み出す読出手段と、

前記読出手段によって読み出される前記転送管理情報を記憶する記憶手段と、前記記憶手段が記憶する前記転送管理情報に基づいて転送データの転送先となるクライアントを判断し、転送先となるクライアント数と同数の、それぞれのクライアントに対して送信される、受信された転送データと同等の内容を含む送信データを生成するデータ生成手段と、

前記データ生成手段によって生成された送信データを前記スイッチング装置へ転送する転送手段と
を備えるデータ生成装置。

【請求項2】 レイヤ2よりも高次のレイヤのデータから、マルチキャストデータの転送処理に関する情報を読み出す読出手段と、

前記読出手段によって読み出された情報に基づいた転送管理情報を記憶する記憶手段と、

前記記憶手段が記憶する前記転送管理情報に基づいてマルチキャストデータの転送先となるクライアントを判断し、受信されたマルチキャストデータを、転送先となるクライアント数と同数のデータにコピーし、コピーされた夫々のデータをユニキャストデータに変更するデータ生成手段と
を備えるデータ生成装置。

【請求項3】 前記データ生成手段は、前記コピーされた夫々のデータのMACアドレスを、転送先となる各クライアントのMACアドレスに書き換えることによりユニキャストデータを生成する請求項2に記載のデータ生成装置。

【請求項4】 自装置よりも下流側にデータを送出する送出手段をさらに備え、

前記送出手段は、前記データ生成手段によって生成されるユニキャストデータ及び受信されたマルチキャストデータを送出する
請求項 2 又は 3 に記載のデータ生成装置。

【請求項 5】 前記読出手段によって読み出された情報に基づいて、前記記憶手段に記憶される前記転送管理情報を更新する管理手段をさらに備える請求項 2～4 のいずれかに記載のデータ生成装置。

【請求項 6】 前記読出手段によって読み出された情報がマルチキャストグループへの加入を示す情報である場合、前記管理手段はこの情報の内容を前記記憶手段に記憶される前記転送管理情報に反映させる請求項 5 に記載のデータ生成装置。

【請求項 7】 前記読出手段によって読み出された情報がマルチキャストグループからの離脱を示す情報である場合、前記管理手段はこの情報の送信元であるクライアントに関する情報を前記転送管理情報から削除する請求項 6 に記載のデータ生成装置。

【請求項 8】 一定時間を計時する計時手段をさらに備え、
前記計時手段が、応答要求に対する応答がクライアントから一定時間以上受信されていないと判断した場合、前記管理手段はこのクライアントに関する情報を前記転送管理情報から削除する請求項 6 又は 7 に記載のデータ生成装置。

【請求項 9】 前記記憶手段は、前記転送管理情報として、マルチキャストデータが転送されるべきクライアントのアドレスと、このマルチキャストデータの送信先アドレスとを関連付けて記憶し、

前記転送管理情報に基づいて、マルチキャストデータが転送されるべきクライアントを示すクライアント識別子と、このマルチキャストデータの送信先を示す送信先識別子と、このクライアント及びこのマルチキャストデータの送信先が関連付けて前記転送管理情報として記憶された時間と、このクライアント及びこのマルチキャストデータの送信先に関する情報が前記転送管理情報から削除された時間と、を関連付けて記憶するクライアント管理情報記憶手段をさらに備える請求項 7 又は 8 に記載のデータ生成装置。

【請求項 10】 前記記憶手段は、前記転送管理情報として、マルチキャス

トデータが転送されるべきクライアントのアドレスと、このマルチキャストデータの送信先アドレスと、マルチキャストデータの送信元アドレスとを関連付けて記憶し、

前記転送管理情報に基づいて、マルチキャストデータが転送されるべきクライアントを示すクライアント識別子と、このマルチキャストデータの送信先を示す送信先識別子と、このマルチキャストデータの送信元を示す送信元識別子と、このクライアント及びこのマルチキャストデータの送信先が関連付けて前記転送管理情報として記憶された時間と、このクライアント及びこのマルチキャストデータの送信先に関する情報が前記転送管理情報から削除された時間と、を関連付けて記憶するクライアント管理情報記憶手段をさらに備える請求項 7 又は 8 に記載のデータ生成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マルチキャスト環境において、効率的にマルチキャストのデータを配信するための装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、音声や動画などのマルチメディアデータによるストリーミングデータ等の伝送の効率化を図る技術として、マルチキャストが利用されている。マルチキャストでは、基本的にオンデマンドのデータ配信を提供することはできない。しかし、マルチキャストは、リアルタイムの動画配信や音声配信（例：ライブ中継）において多くのメリットを有する。

【0003】

マルチキャストでは、クライアント数（データ受信を望むユーザ数）に関わらず、ある経路のトラフィック量を常に一定に保つことができる。このため、その他の通信に与える影響も少ない。従って、マルチキャストでは、ユニキャストと異なり、配信専用のネットワークやキャッシュサーバ等の設備を設ける必要がない。よって、マルチキャストでは、非常に安価なネットワーク構成によるマルチ

メディアデータの配信が可能となる。

【0004】

マルチキャストを実現する技術として、IGMP（Internet Group Management Protocol）やマルチキャストルーティングプロトコルがある。IGMPは、マルチキャストに対応するルータやレイヤ3スイッチ（以下、マルチキャストルータと呼ぶ）が、その配下に接続されるクライアント（エンドシステム）のマルチキャスト受信状態を把握するためのプロトコルである。マルチキャストルーティングプロトコルは、サーバから各クライアントまでのデータの配信経路を構成するために、マルチキャストルータ間で機能するプロトコルである。

【0005】

従来のIGMPバージョン1（IGMP v1）やIGMPバージョン2（IGMP v2）では、マルチキャストデータの宛て先アドレスとなるマルチキャストアドレスのみによって、マルチキャストグループの管理が行われる。なお、IGMP v2メッセージ対応のIPマルチキャスト通信において送信ホストを制限することが可能となるシステムを提供することを課題とする技術がある（特許文献1参照）。

【0006】

しかし、IGMPバージョン3（IGMP v3：非特許文献2参照）では、データの送信元であるサーバ（ソース）のアドレス（ソースアドレス）及びマルチキャストアドレスによってマルチキャストセッションが識別及び管理される。即ち、マルチキャストアドレスが同じであっても、ソースアドレスが異なるマルチキャストセッションは、異なるマルチキャストセッションとして認識される。従って、IGMP v3では、マルチキャストアドレスの重複使用が可能となる。このマルチキャストの形態は、SSM（Source Specific Multicast）と呼ばれ、今後のリアルタイム放送などへの適用が見込まれている。

【0007】

また、通常、LAN（Local Area Network）環境やインターネットアクセスのためのブロードバンド環境では、ルータあるいはレイヤ3スイッチとクライアントの間にはレイヤ2スイッチ（LANスイッチ）が設置される。そして、このレ

イヤ2スイッチが、エンドシステムを収容し、ルータあるいはレイヤ3スイッチに接続される。

【0008】

マルチキャストが利用されるネットワークで使用されるレイヤ2スイッチには、一般的には、IGMP Snooping機能が実装される。IGMP Snoopingでは、マルチキャストデータの受信を望むクライアント（レシーバ）が接続されているポートのみへマルチキャストデータが転送される。IGMP Snoopingでは、レイヤ2スイッチは、クライアントやマルチキャストルータによって送信されるIGMPメッセージを盗み見る（参照する）。そして、レイヤ2スイッチは、どのポートにマルチキャストルータが接続され、どのポートに接続されるクライアントがどのマルチキャストアドレス宛てのマルチキャストデータの受信を望んでいるかを把握し、マルチキャストデータの転送を行う。

【0009】

このように、IGMP Snoopingにより、必要とされるポートへのみマルチキャストデータを転送することが可能となる。このため、受信を望まないクライアントを含む全てのクライアントに対してマルチキャストデータが届くということが回避される。この時、IGMP Snoopingをサポートするレイヤ2スイッチは、レイヤ2の情報、即ちMACアドレスがマルチキャストであるか否かを判別する。そして、MACアドレスがマルチキャストである場合、レイヤ2スイッチは、必要とされるポートへのみマルチキャストデータを転送する。

【0010】

このように、レイヤ2スイッチは、IGMP Snoopingによって擬似的にIGMPの機能を実現する。即ち、IGMPやIP（Internet Protocol）マルチキャストはレイヤ3の機能であるが、レイヤ2スイッチはレイヤ2の情報を基に転送処理を制御する。従って、レイヤ2スイッチは、IGMP Snoopingをサポートしたとしても、レイヤ3に関する処理を行う必要がないため、そのパフォーマンスに大きな悪影響を被ることはなかった。

【0011】**【特許文献1】**

特開 2002-64558号公報

【非特許文献1】

” Multicast Listener Discovery Version 2 (MLDv2) for IPv6”、 [online] 、 インターネット<URL:<http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ida-mld-v2-06.txt>>

【非特許文献2】

” Internet Group Management Protocol, Version 3”、 [online] 、 インターネット<URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3376.txt?number=337>>

【0012】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、今後の普及が予想される I G M P v 3 や M L D v 2 (Multicast Listener Discovery Version 2: 非特許文献1参照) では、従来の I G M P (v 1, v 2) や M L D (v 1) と異なり、レイヤ2レベルでの処理が不可能となる。ここで、M L D とは、I P v 6 における技術であり、I P v 4 における I G M P と同様の技術である。I G M P v 3 や M L D v 2 では、I P パケットの I P ヘッダの次に来るペイロード部分にソースの情報や複数のマルチキャストアドレス等が格納される。これらの情報は、I G M P v 3 や M L D v 2 の機能の実現において不可欠である。このため、従来の I G M P S n o o p i n g では、I G M P v 3 や M L D v 2 の機能をレイヤ2スイッチで擬似的に実現することは不可能である。即ち、I G M P S n o o p i n g を使用して I G M P v 3 や M L D v 2 の機能を実現するためには、レイヤ2スイッチは、I G M P パケットあるいは M L D v 2 パケットのレイヤ3の情報を参照する必要がある。I G M P S n o o p i n g を使用して I G M P v 3 や M L D v 2 の機能を実現するためには、レイヤ2スイッチは、さらに、実際の転送処理においても、レイヤ3の情報を参照した後に、転送先となるポートを決定する必要がある。

【0013】

レイヤ2 (M A C) の情報に基づいてフレームをスイッチするレイヤ2スイッ

チに対して、レイヤ3の情報を参照するという処理を実装することは、レイヤ2スイッチのパフォーマンスを著しく低下させ、機器自体を非常に複雑かつ高価にする原因となる。また、IGMP Snoopingを実現できないレイヤ2スイッチによってネットワークを構成することは、シェアドメディア（ハブ（HUB）等）によってクライアントが接続されている状態と同じこととなる。即ち、マルチキャストデータの受信を不要とするクライアントに対してもマルチキャストデータが転送され、他のユニキャスト通信やマルチキャスト通信に対して悪影響を与える。このため、レイヤ2スイッチによってクライアントを収容することによるメリットを失うこととなる。

【0014】

本発明は、このような問題を解決し、あるレイヤの情報（例えばレイヤ3の情報）を用いたマルチキャストグループ管理プロトコル（例えば、IGMP v3あるいはMLD v2）が使用されるネットワークにおいて、マルチキャストデータが、あるレイヤよりも低次のレイヤに基づいたスイッチを介して、このマルチキャストデータの受信を望むクライアントが接続されるポートのみに配信されるシステムや装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】

上記問題を解決するため、本発明は以下のような構成をとる。本発明の第一の態様は、第一のレイヤのデータに基づいてハードウェア的にスイッチングを行うスイッチング装置よりも上流に設置されるデータ生成装置であって、前記第一のレイヤよりも高次である第二のレイヤのデータから、転送データの転送処理に関する転送管理情報を読み出す読出手段と、前記読出手段によって読み出される前記転送管理情報を記憶する記憶手段と、前記記憶手段が記憶する前記転送管理情報に基づいて転送データの転送先となるクライアントを判断し、転送先となるクライアント数と同数の、それぞれのクライアントに対して送信される、受信された転送データと同等の内容を含む送信データを生成するデータ生成手段とを備える。

【0016】

本発明の第一の態様では、読出手段は、自装置の下流に設置されるスイッチング装置がスイッチングを行う際に参照するデータのレイヤよりも高次のレイヤのデータから、転送データの転送処理に関する転送管理情報を読み出す。例えば、自装置の下流に設置されるスイッチング装置がレイヤ2スイッチである場合、読出手段は、レイヤ3以上のレイヤのデータから転送管理情報を読み出す。このようなデータの例として、IGMPバージョン3のメッセージや、MLDバージョン2のメッセージ等がある。

【0017】

記憶手段は、読出手段によって読み出された転送管理情報に基づいた情報を記憶する。記憶手段は、読出手段によって読み出された転送管理情報をそのまま記憶しても良いし、他の手段（例えば管理手段）によって転送管理情報に基づいて作成された情報を記憶しても良い。

【0018】

データ生成手段は、転送管理情報に基づいて、転送データの転送先となる装置（クライアント）を判断する。データ生成手段は、転送先となるクライアント1台に対して一つのデータが送信されるように、転送データをコピーし変更する。データ生成手段は、転送先となるクライアントと同数のデータを生成するために、転送データのコピーを行う。そして、データ生成手段は、コピーされたデータの送信先のアドレスを、転送先となるクライアントのアドレスに変更する。

【0019】

このため、本発明の第一の態様によれば、転送データは、転送管理情報に基づいて、転送先となる各クライアントに対して1対1に送信される。このため、自装置の下流に設置されるスイッチング装置は、転送データについて転送管理情報に基づいた処理を実施する必要がない。即ち、自装置の下流に設置されるスイッチング装置が、より高次のレイヤの情報（転送管理情報）を読み出す必要がない。従って、このスイッチング装置がより高次のレイヤの情報を読み出す事による処理の遅延や、このようにスイッチング装置を設計することによるコストを削減することが可能となる。

【0020】

本発明の第二の態様は、データ生成装置であって、レイヤ2よりも高次のレイヤのデータから、マルチキャストデータの転送処理に関する情報を読み出す読出手段と、前記読出手段によって読み出された情報に基づいた転送管理情報を記憶する記憶手段と、受信されたマルチキャストデータを、前記記憶手段が記憶する前記転送管理情報に基づいて、転送先となるクライアント数と同数のデータにコピーし、コピーされた夫々のデータをユニキャストデータに変更するデータ生成手段とを備える。

【0021】

また、本発明の第二の態様の前記データ生成手段は、前記コピーされた夫々のデータのMACアドレスを、転送先となる各クライアントのMACアドレスに書き換えることによりユニキャストデータを生成するように構成されても良い。

【0022】

また、本発明の第二の態様は、自装置よりも下流側にデータを送出する送出手段をさらに備え、前記送出手段は、前記データ生成手段によって生成されるユニキャストデータ及び受信されたマルチキャストデータを送出するように構成されても良い。

【0023】

また、本発明の第二の態様は、前記読出手段によって読み出された情報に基づいて、前記記憶手段に記憶される前記転送管理情報を更新する管理手段をさらに備えるように構成されても良い。

【0024】

また、本発明の第二の態様は、前記読出手段によって読み出された情報がマルチキャストグループへの加入を示す情報である場合、前記管理手段はこの情報の内容を前記記憶手段に記憶される前記転送管理情報に反映させるように構成されても良い。

【0025】

また、本発明の第二の態様は、前記読出手段によって読み出された情報がマルチキャストグループからの離脱を示す情報である場合、前記管理手段はこの情報の送信元であるクライアントに関する情報を前記転送管理情報から削除するよう

に構成されても良い。

【0026】

また、本発明の第二の態様は、一定時間を計時する計時手段をさらに備え、前記計時手段が、応答要求に対する応答がクライアントから一定時間以上受信されていないと判断した場合、前記管理手段はこのクライアントに関する情報を前記転送管理情報から削除するように構成されても良い。

【0027】

また、本発明の第二の態様の前記記憶手段は、前記転送管理情報として、マルチキャストデータが転送されるべきクライアントのアドレスと、このマルチキャストデータの送信先アドレスとを関連付けて記憶し、前記転送管理情報に基づいて、マルチキャストデータが転送されるべきクライアントを示すクライアント識別子と、このマルチキャストデータの送信先を示す送信先識別子と、このクライアント及びこのマルチキャストデータの送信先が関連付けて前記転送管理情報に記憶された時間と、このクライアント及びこのマルチキャストデータの送信先に関する情報が前記転送管理情報から削除された時間と、を関連付けて記憶するクライアント管理情報記憶手段をさらに備えるように構成されても良い。

【0028】

また、本発明の第二の態様の前記記憶手段は、前記転送管理情報として、マルチキャストデータが転送されるべきクライアントのアドレスと、このマルチキャストデータの送信先アドレスと、マルチキャストデータの送信元アドレスとを関連付けて記憶し、前記転送管理情報に基づいて、マルチキャストデータが転送されるべきクライアントを示すクライアント識別子と、このマルチキャストデータの送信先を示す送信先識別子と、このマルチキャストデータの送信元を示す送信元識別子と、このクライアント及びこのマルチキャストデータの送信先が関連付けて前記転送管理情報に記憶された時間と、このクライアント及びこのマルチキャストデータの送信先に関する情報が前記転送管理情報から削除された時間と、を関連付けて記憶するクライアント管理情報記憶手段をさらに備えるように構成されても良い。

【0029】

また、前記読出手段によって読み出された情報がマルチキャスト受信状態の変更を示す情報である場合、前記管理手段はこの情報の内容を用いて前記記憶手段に記憶される前記転送管理情報を更新するように構成されても良い。

【0030】

【発明の実施の形態】

〔IPマルチキャスト〕

〈概要〉

本発明が前提としているIPマルチキャストの仕組みについて説明する。なお、以下の説明では、データリンク層がイーサネットである場合について説明する。

【0031】

図1は、IPマルチキャストを用いたネットワークの構成例を示す図である。IPマルチキャストでは、アドレスとしてマルチキャストアドレスが使用される。IPマルチキャストは、エンドシステムであるサーバ（ソース）E1とクライアント（レシーバ）E2とマルチキャストルータM1間で機能する。

【0032】

IPマルチキャストでは、マルチキャストアドレスに対してマルチキャストデータが送信される。マルチキャストデータは、マルチキャスト対応ネットワークN1、マルチキャストルータM1、レイヤ2スイッチL1を介して、マルチキャストグループに属するクライアントE2によって受信される。IPv4環境におけるIPマルチキャストは、マルチキャストグループ管理プロトコルであるIGMPと、マルチキャストルーティングプロトコルによって実現される。

【0033】

IGMPのメッセージ（マルチキャストグループ制御メッセージ、IGMPメッセージ）は、クライアントE2と近隣のマルチキャストルータM1との間で（レイヤ2スイッチL1を挟んで）交換される。IGMPにより、マルチキャストルータM1は、自身の配下に位置する各クライアントE2のマルチキャストグループを把握する。

【0034】

マルチキャストルーティングプロトコルのメッセージは、マルチキャストルータM1間で（レイヤ2スイッチL1を挟んで）交換される。マルチキャストルーティングプロトコルにより、マルチキャストルータM1間で、サーバE1から複数の各クライアントE2（受信クライアント）までのマルチキャストデータ配信ツリーが構築される。

【0035】

次に、IPマルチキャストによるデータ伝送の基本動作について説明する。まず、マルチキャストデータの受信を望むクライアントE2は、IGMPメッセージによって、ローカルネットワークのマルチキャストルータM1へその旨を通知する。この通知により、このクライアントE2は、マルチキャストグループに参加したこととなる。即ち、このクライアントE2は、マルチキャストグループのメンバとなる。

【0036】

サーバE1は、クラスDのアドレスで識別されるマルチキャストアドレス宛てに、マルチキャストデータ（例えばストリームデータ）を送信する。このとき、サーバE1は、マルチキャストグループに属するクライアントの数に関わらず、一つのマルチキャストデータを送信する。

【0037】

マルチキャスト対応ネットワークN1内のマルチキャストルータM1は、サーバE1から送信されたマルチキャストデータを受信する。マルチキャストルータM1は、このマルチキャストデータのマルチキャストグループに参加している各クライアントE2への経路に沿って、このマルチキャストデータを必要に応じてコピーしながら伝送してゆく。即ち、マルチキャストルータM1は、マルチキャストルーティングプロトコルによって構成された、送信ホスト（サーバE1）から各クライアントE2へ至るマルチキャストデータ配信の経路木に沿って、マルチキャストデータを配信する。従って、最終的に、サーバE1が送信した一つのマルチキャストデータは、ネットワーク内の複数のクライアントE2へ配信される。

【0038】

次に、マルチキャストアドレス、IGMP、マルチキャストルーティングプロトコルそれぞれについて説明する。

【0039】

〈マルチキャストアドレス〉

IPv4におけるマルチキャストアドレスについて説明する。マルチキャストアドレスは、クラスDアドレスとして規定されており、10進表記で、"224.0.0.0"から"239.255.255.255"の範囲の値をとる。このため、クラスDアドレスは、最初の4ビットの"1110"によって識別される。

【0040】

図2は、マルチキャストアドレスの割り当てを示す表である。図2に示されるように、いくつかのマルチキャストアドレスは、特定用途のために予約されている。そして、ローカルサイト用の割り当て、即ち"239.0.0.0"から"239.255.255.255"までのアドレスが、例えば企業ネットワークやISP(Internet Service Provider)等で一般に使用されるマルチキャストアドレスである。

【0041】

また、最近ではSSMという概念やプロトコルもIETFにて検討されている。SSMとは、マルチキャストアドレス（マルチキャストグループアドレス）とマルチキャストデータのソースアドレスとの組によって識別されるマルチキャストセッション、あるいはその仕組みのことである。SSMのためのマルチキャストアドレスの範囲は、IPv4クラスDアドレスのうち、"232.0.0.0"から"232.255.255.255"である。

【0042】

尚、SSMでは、受信されるマルチキャストデータのソースアドレスがIGMPによって指定されるため、マルチキャストルータやエンドシステムにおいてIGMPv3が実装されていなければならない。

【0043】

〈IGMP〉

次に、IGMPについて説明する。クライアント（ホスト）とマルチキャストルータとは、IGMPメッセージをやり取りする。このIGMPメッセージによって、マルチキャストルータは、自身が接続されるローカルネットワークにおけるクライアントを把握／管理する。言い換えれば、IGMPは、クライアントが、あるマルチキャストグループに参加することをマルチキャストルータに伝えるためのプロトコルである。この場合、マルチキャストルータとクライアントとは、IGMPで規定されている各機能が実装される必要がある。IGMPには、バージョン1（v1）からバージョン3（v3）まである。IGMP v1は、RFC 1112の付録1で規定されている。IGMP v2は、RFC 2236で規定されている。IGMP v3は、RFC 3376で規定されている。

【0044】

IGMP v1とIGMP v2とIGMP v3とは、それぞれマルチキャストグループ管理を行う点では同じだが、それぞれ異なる機能を有するプロトコルである。以下に、各バージョンのIGMPについて説明する。

【0045】

<<IGMP v1>>

図3は、IGMP v1の概要を示す図である。図3を用いて、IGMP v1について、クライアントE2がマルチキャストグループに参加する場合の処理（図3（a）参照）と、クライアントE2がマルチキャストグループから離脱する場合の処理（図3（b）参照）とを説明する。

【0046】

まず、図3（a）を用いて、クライアントE2がマルチキャストグループに参加する場合の処理について説明する。IGMP v1では、マルチキャストルータ（IGMP Querierルータ）M1は、サブネットに対してクエリメッセージ（General Query）を定期的に送信する（1）。マルチキャストグループに参加を希望するクライアントE2は、このクエリメッセージへの応答として、このマルチキャストグループの情報をレポートメッセージ（Report）に格納し送信する。言い換えれば、クライアントE2は、クエリメッセージに応答して、参加を希望するグループを指定したレポートメッセージを送信す

る（2）。マルチキャストルータM1は、このレポートメッセージを受信した場合、このレポートメッセージを受信したインターフェースに対して、このマルチキャストグループに対するマルチキャストアドレスへ送信されたデータ（マルチキャストデータ）を、このクライアントE2に対して転送するように設定する。

【0047】

次に、図3（b）を用いて、クライアントE2がマルチキャストグループから離脱する場合の処理について説明する。あるマルチキャストグループに参加しているクライアントE2は、アプリケーション等の終了によってマルチキャストに関する自身の機能を停止し、マルチキャストデータの受信を中止する（3）。この処理によって、このクライアントE2は、マルチキャストグループから離脱する。この場合、クライアントE2は、クエリメッセージに対して応答しない。

【0048】

マルチキャストルータM1は、クライアントE2から一定時間レポートメッセージを受信しない場合、タイムアウトによってこのクライアントE2がマルチキャストグループから離脱したことを認識する（4）。そして、この認識の後、マルチキャストルータM1は、マルチキャストデータをこのクライアントE2に転送する処理を中止する。

【0049】

このように、マルチキャストルータM1は、クエリメッセージに対応するレポートメッセージの受信についてのタイムアウトによって、クライアントE2がマルチキャストグループに参加しているか否かを把握する。このため、クライアントE2がマルチキャストグループから離脱しても、タイムアウトが発生するまで、マルチキャストルータM1は、クライアントE2へマルチキャストデータの転送を実行する。即ち、タイムアウトが発生するまで、このクライアントE2が接続されるサブネットにマルチキャストデータが流れ続ける。

【0050】

<<IGMP v2>>

図4は、IGMP v2の概要を示す図である。図4を用いて、IGMP v2について、クライアントE2がマルチキャストグループに参加する場合の処理（図

4 (a) 参照) と、クライアントE 2がマルチキャストグループから離脱する場合の処理(図4 (b) 参照) とを説明する。

【0051】

まず、図4 (a) を用いて、クライアントE 2がマルチキャストグループに参加する場合の処理について説明する。IGMP v 2では、IGMP v 1と同様に、マルチキャストルータM 1は、サブネットに対してクエリメッセージを定期的に送信する(1)。マルチキャストグループに参加を希望するクライアントE 2は、クエリメッセージへの応答として、このマルチキャストグループの情報をレポートメッセージに格納して送信する(2)。マルチキャストルータM 1は、このレポートメッセージを受信した場合、このレポートメッセージを受信したインターフェースに対して、このマルチキャストグループに対応するマルチキャストデータを、このクライアントE 2に対して転送するように設定する。

【0052】

IGMP v 2では、クライアントE 2は、マルチキャストグループに参加を希望する時点で、クエリメッセージの受信に関係なく、Unsolicited Reportを送信することが可能である。マルチキャストルータM 1は、Unsolicited Reportを受信した場合、配下にグループメンバが現れたことを即座に認識する。そして、このグループメンバであるクライアントE 2に対し、マルチキャストデータの転送を開始する。

【0053】

次に、図4 (b) を用いて、クライアントE 2がマルチキャストグループから離脱する場合の処理について説明する。あるマルチキャストグループに参加しているクライアントE 2は、このマルチキャストグループの情報をリープメッセージ(Leave)に格納してマルチキャストルータM 1に送信することにより、このマルチキャストグループから離脱する(3)。

【0054】

マルチキャストルータM 1は、このリープメッセージを受信すると、このリープメッセージを受信したインターフェース配下について、リープメッセージを送信した以外のクライアントE 2(他のグループメンバ)の存在を確認する。このと

き、マルチキャストルータM1は、このマルチキャストグループに関するGroup Specific Queryを、リープメッセージを受信したインターフェースを介して送信する（4）。

【0055】

他のグループメンバが存在する場合、この他のグループメンバは、まだ受信したいことを伝えるため、Group Specific Queryに応答してレポートメッセージを送信する（5）。マルチキャストルータM1は、このレポートメッセージを受信すると、他のグループメンバの存在を認識し、このインターフェースへのマルチキャストデータの転送を継続する。

【0056】

一方、マルチキャストルータM1は、このGroup Specific Queryへの応答としてのレポートメッセージを受信しない場合、即ち他のグループメンバが存在しない場合、このインターフェース配下に他のグループメンバが存在しないと判断し、このインターフェースへのマルチキャストデータの転送を中止する。

【0057】

次に、IGMP v1とIGMP v2との差異を説明する。第一に、IGMP v2では、クライアントE2が所属していたマルチキャストグループから離脱することを明示的に伝えるリープメッセージが規定された。

【0058】

第二に、IGMP v2では、リープメッセージを受信したマルチキャストルータM1が、他のグループメンバがローカルに（ローカルインターフェースに）存在するか否かを確認するためのGroup Specific Queryが規定された。

【0059】

第三に、IGMP v2では、クライアントE2は、自身がマルチキャストグループに参加すると決定した時点で、マルチキャストルータM1からのクエリメッセージの受信に関係なく、即座にマルチキャストグループに参加することを可能にするUnsolicited Reportが規定された。

【0060】

第四に、IGMPv2では、あるサブネットにIGMPv1に対応して動作するマルチキャストルータ（以後、IGMPv1ルータと呼ぶ）M1、あるいはクライアント（以後、IGMPv1クライアントと呼ぶ）E2が存在する場合、IGMPv2に対応して動作するマルチキャストルータ（以後、IGMPv2ルータと呼ぶ）M1とIGMPv2に対応して動作するクライアント（以後、IGMPv2クライアントと呼ぶ）E2は、IGMPv1に対応して動作しなければならないということが規定された。

【0061】

<<IGMPv3>>

図5は、IGMPv3の概要を示す図である。図5を用いて、IGMPv3について、クライアントE2がマルチキャストグループに参加する場合の処理（図5（a）参照）と、クライアントE2がマルチキャストグループから離脱する場合の処理（図5（b）参照）とを説明する。

【0062】

まず、図5（a）を用いて、クライアントE2がマルチキャストグループに参加する場合の処理について説明する。IGMPv3では、IGMPv1やIGMPv2と同様に、マルチキャストルータM1は、サブネットに対してクエリメッセージを定期的に送信する（1）。マルチキャストグループへの参加を希望するクライアントE2は、クエリメッセージへの応答として、このマルチキャストグループの情報をレポートメッセージに格納して送信する。この時、クライアントE2は、このマルチキャストグループに対するソース（サーバE1（E1a, E1b, E1n））を指定したければ、ソースとなるサーバE1の情報をレポートメッセージに含めて送信することができる（2）。クライアントE2は、あるマルチキャストグループに対して、複数（0以上：例えばサーバE1a及びサーバE1b）のソースとなるサーバE1を指定することができる。

【0063】

このようなソースを指定する方法（フィルタモード）には、INCLUDEモードとEXCLUDEモードの2種類がある。INCLUDEモードでは、クラ

イアントE2は、レポートメッセージで指定されたサーバE1からマルチキャストデータを受信する。一方、EXCLUDEモードでは、クライアントE2は、レポートメッセージで指定されたサーバE1以外のサーバE1からマルチキャストデータを受信する。

【0064】

マルチキャストルータM1は、レポートメッセージを受信すると、このレポートメッセージを受信したインターフェースを介して、このレポートメッセージに対応するマルチキャストデータのうち、このレポートメッセージによって指定されたサーバE1から送信されたマルチキャストデータのみを転送する。このため、マルチキャストルータM1の配下のクライアントE2は、任意の1台以上のサーバE1から送信されたマルチキャストデータのみを受信することができる。

【0065】

マルチキャストルータM1は、あるマルチキャストグループについて、あるクライアントE2にとって新たなサーバE1をソースとしたレポートメッセージを受信した場合、このサーバE1からのマルチキャストデータの転送先について判断（情報のマージ）を行う。この場合、マルチキャストルータM1は、この判断結果を保持することで、このサーバE1から送信されたマルチキャストデータを、該当するクライアントE2へ転送する（即ち、該当するインターフェースから送信する）。

【0066】

IGMPv3では、あるインターフェース配下に、あるマルチキャストアドレスに対してINCLUDEモードを指定したクライアントE2のみが存在する場合、情報のマージの実行により、フィルタモードは”INCLUDE”であり、指定されたサーバE1の全てを含むソースリストが保持される。ここで、ソースリストとは、あるマルチキャストアドレスについてのソースを判断するための、サーバE1のアドレスのリストである。

【0067】

図6は、あるインターフェース*i*配下にINCLUDEモードを指定したクライアントE2のみが存在する場合の状態を示す図である。例えば、マルチキャスト

ルータM1のあるインターフェースi配下のクライアントE2a, E2b, E2nの状態は、マルチキャストアドレスmに対して、それぞれ(m, INCLUDE, "a, b, c"), (m, INCLUDE, "b, c, d"), (m, INCLUDE, "e, f")であると仮定する。ここで、(マルチキャストアドレス, フィルタモード, ソースリスト)とする。この場合、マルチキャストルータM1が保持すべき状態は、(i, m, INCLUDE, "a, b, c, d, e, f")となる。即ち、あるインターフェースi配下の全てのクライアントE2がINCLUDEモードであれば、このインターフェースiについてのフィルタモードの設定はINCLUDEモードになり、ソースリストは各レコードに含まれるソースのマージ(即ちa, b, c, d, e, f)となる。

【0068】

また、あるインターフェース配下に、あるマルチキャストアドレスに対してEXCLUDEモードを指定したクライアントE2が1台でも存在すれば、マルチキャストルータM1が保持するフィルタモードはEXCLUDEモードとなる。そして、マルチキャストルータM1は、INCLUDEモードで指定された全てのソースを除いた、EXCLUDEモードで指定された全てのソースの共通部分を、ソースリストとして保持する。

【0069】

図7は、あるインターフェースi配下にEXCLUDEモードを指定したクライアントE2が存在する場合の状態を示す図である。例えば、マルチキャストルータM1のあるインターフェースi配下のクライアントE2a, E2b, E2nの状態が、マルチキャストアドレスmに対して、それぞれ(m, EXCLUDE, "a, b, c, d"), (m, EXCLUDE, "b, c, d, e"), (m, INCLUDE, "d, e, f")であると仮定する。この場合、マルチキャストルータM1が保持すべき状態は、(i, m, EXCLUDE, "b, c")となる。即ち、インターフェースi配下にEXCLUDEモードのクライアントE2(この場合は、E2a, E2b)が存在するため、このインターフェースiのフィルタモードはEXCLUDEモードとなる。そして、このインターフェースiのソースリストは、"b, c"となる。

【0070】

マルチキャストルータM1は、配下の各システムの状態をマージし、その状態を各インターフェースにおいて、マルチキャストアドレス毎に保持する。

【0071】

また、クライアントE2は、ソケット毎に（ソケットが複数存在すれば）インターフェース毎のマルチキャストアドレス毎に、フィルタモードと、対応するソースリストをそれぞれ保持する。

【0072】

次に、図5（b）を用いて、クライアントE2がマルチキャストグループから離脱する場合の処理について説明する。あるマルチキャストグループに参加しているクライアントE2は、このマルチキャストグループに対して、INCLUDEモードでソースリストがエンプティのレポートメッセージを送信する。あるいは、このクライアントE2は、このマルチキャストグループに対して、ソース情報の変更を含めたレポートメッセージを送信する（3）。このレポートメッセージの送信により、このクライアントE2は、このマルチキャストグループから離脱する。

【0073】

マルチキャストルータM1は、このレポートメッセージを受信すると、このレポートメッセージを受信したインターフェース配下について、このレポートメッセージを送信した以外のクライアントE2（他のグループメンバ）の存在を確認する。即ち、マルチキャストルータM1は、このマルチキャストグループに関するGroup Specific Queryを、レポートメッセージを受信したインターフェースを介して送信する。あるいは、マルチキャストルータM1は、ソース情報の変更が含まれたレポートメッセージを受信した場合は、ソース情報が変更されることを確認するGroup and Source Specific Queryを送信する（4）。

【0074】

他のグループメンバが存在する場合、この他のグループメンバは、まだ受信したいことを伝えるため、Group Specific Queryに応答して

レポートメッセージを送信する。あるいは、この他のグループメンバは、変更されるソース情報を維持させるためのレポートメッセージを送信する（5）。マルチキャストルータM1は、このレポートメッセージを受信すると、他のグループメンバの存在を認識し、このインターフェースへのマルチキャストデータの転送を継続する。

【0075】

一方、マルチキャストルータM1は、このGroup Specific Queryへの応答としてのレポートメッセージを受信しない場合、即ち他のグループメンバが存在しない場合、このインターフェース配下に他のグループメンバが存在しないと判断し、このインターフェースへのマルチキャストデータの転送を中止する。

【0076】

次に、IGMPv3による、クライアントE2のステート変更の動作について説明する。IGMPv1, IGMPv2では、クライアントE2について、マルチキャストグループへの参加や離脱に関する動作のみが規定されていた。しかし、IGMPv3では、クライアントE2が、ステートの変更（ソースやフィルタモードの変更）をマルチキャストルータM1へ通知することが可能となった。マルチキャストルータM1は、この通知を受信すると、ステートの変更を反映して動作する。

【0077】

あるマルチキャストグループに参加しているクライアントE2は、このマルチキャストグループにおけるソースやフィルタモードを変更する場合、このマルチキャストグループの情報と、フィルタモードやソースの変更情報とを、レポートメッセージに格納して送信する。

【0078】

マルチキャストルータM1は、このレポートメッセージを受信すると、自身が記憶する情報（例えば情報のマージによる判断結果）に対して、レポートメッセージに含まれるステートの変更を反映するして良いか否かを確認する。このとき、マルチキャストルータM1は、このマルチキャストグループとこのマルチキャ

ストグループに関連するソースリストに関する Group and Source Specific Query を送信することにより、上記の確認を行う。このマルチキャストグループに対して変更されようとしているソース情報を維持したいクライアント E 2 は、その情報を含めたレポートメッセージをマルチキャストルータ M 1 へ送信する。

【0079】

マルチキャストルータ M 1 は、このレポートメッセージを受信すると、必要とされるソースとしてのサーバ E 1 の情報を把握して、該当するソースリストを維持あるいは更新し、適切なサーバ E 1 からのマルチキャストデータを転送する。

【0080】

マルチキャストルータ M 1 は、マルチキャストグループに関する Group and Source Specific Query に対するレポートメッセージが受信されない場合、現在の情報に従ってマルチキャストデータの転送を継続する。

【0081】

IGMP v 3 では、クエリメッセージの受信に関係なく、クライアント E 2 は、自身のステートが変更（マルチキャストデータの受信中止や、フィルタモードの変更など）された時点で、Unsolicited Report を送信することが出来る。

【0082】

このように、従来の IGMP (IGMP v 1, IGMP v 2) では、マルチキャストアドレスのみを基にマルチキャストグループ管理機能が提供されていたのに対し、IGMP v 3 では一つのマルチキャストアドレスとこのマルチキャストデータのソースとなる 0 台以上のサーバ E 1 とをセットとして、マルチキャストグループ管理機能が提供される。即ち、クライアント E 2 は、あるマルチキャストグループに対して、0 以上のサーバ E 1 の組を指定してマルチキャストデータの受信要求を行うことが可能となる。言い換えると、あるマルチキャストアドレスに対してサーバ E 1 に制限が付けられなければ（サーバ E 1 の数が 0）、従来の IGMP と同じマルチキャストアドレスのみの管理と同等となる。また、サー

バE 1が（1台以上）指定されれば、マルチキャストアドレスが同じでも指定されたサーバE 1以外から送信されるマルチキャストデータは処理（受信や転送など）されない。さらに、同じレポートメッセージにおいて、複数のマルチキャストアドレスとその関連するソースが指定されることが可能である。

【0083】

また、ソースが一つだけ指定されれば、あるマルチキャストセッションはソースSとマルチキャストグループGとを用いて、(S, G)と表現される。このため、同じマルチキャストアドレスGが重複して使用されても、ソースSが異なることで、他のマルチキャストセッションと識別することが可能となる。この形態をSSMと呼ぶ。

【0084】

尚、IGMPではいずれのバージョンもIPv4が対象とされている。IPv6におけるIGMP相当のプロトコルは、MLDとしてIETFのmagma WGにて標準化作業中である。IGMPv2に対応するのがMLD for IPv6 (RFC2710)であり、IGMPv3に対応するのがMLDv2 for IPv6 (draft-vida-mld-v2-xx.txt)である。

【0085】

IGMP (IGMPv1)は、RFC1112のAPPENDIX Iで規定され、インターネットスタンダード (Internet Standard) となっている。また、IGMPv2はRFC2236で規定され、リープメッセージが追加されたことにより、IGMPv1に比べて「小さい離脱待ち時間 (low leave latency)」に関する機能が加えられている。さらに、IGMPv3は、マルチキャストアドレスと共にソースを指定してグループメンバーシップ情報を管理する「ソースフィルタリング」の機能が追加されており、また、IGMPv1とIGMPv2とに対して相互動作可能なように設計されている。ソースフィルタリングとは、あるシステムがあるマルチキャストアドレスに対して特定のソースから、あるいは特定のソースの組からのみマルチキャストデータを受信することを可能にする機能である。

【0086】

I G M P v 3 のメッセージは、 I P v 4 データグラムにカプセル化され、 I P プロトコル番号は” 2 ” である。各々の I G M P メッセージは I P T T L = 1 で送信される。これらの規定は、従来の I G M P と同じである。

【0087】

また、 I G M P v 3 のメッセージは I G M P v 1 の場合と同じく、クエリメッセージとレポートメッセージとが使用される（ただし、当然内容は異なる）。 I G M P v 2 のリープメッセージに相当する動作は、 I G M P v 3 のレポートメッセージを「受信を希望するソースのリストをエンプティにした状態」で送信することで実現される。また、従来の I G M P の J o i n （レポートメッセージの送信）に相当する動作は、 I G M P v 3 のレポートメッセージを「受信を希望しないソースのリストをエンプティにした状態」で送信することで実現される。

【0088】

次に、 I G M P v 2 と I G M P v 3との差異を説明する。第一に、 I G M P v 3 では、ソースフィルタリングが導入された。

【0089】

第二に、 I G M P v 3 では、リープメッセージ（グループ離脱を通知するメッセージ）が仕様から削除された。このため、 I G M P v 3 では、グループ離脱は、該当するマルチキャストグループについて転送を必要とするソースが無いことを示すレポートメッセージを送信することによって実施される。

【0090】

第三に、 I G M P v 3 では、ステート変更の通知が可能となった。即ち、 I G M P v 3 では、クライアントがあるマルチキャストグループに対して、転送を必要とするソースやフィルタモードに変更があった場合に、レポートメッセージによってルータにこの旨を通知することが可能となった。

【0091】

第四に、 I G M P v 3 では、 Group and Source Specific Query が規定された。この規定により、クライアントが、あるマルチキャストグループについて必要とするソースやフィルタモードに変更があったことをレポートメッセージによってマルチキャストルータに通知した時、このマ

ルチキャストルータは、このマルチキャストグループに対するソースの情報変更を反映して良いか否かをインターフェース配下に確認する。

【0092】

第五に、IGMP v3では、IGMP v3ルータは、自身以外にIGMP v2で動作するマルチキャストルータあるいはクライアントが存在した場合は、IGMP v2で動作しなければならないことが規定された。同様に、IGMP v1で動作するマルチキャストルータあるいはクライアントが存在した場合には、IGMP v1で動作しなければならないことが規定された。

【0093】

第六に、IGMP v3では、クライアントによるレポートメッセージの抑制機能が廃止された。即ち、IGMP v3でネットワークが動作している場合、IGMP v1, v2と異なり、レポートメッセージは全てのIGMP v3ルータを示すアドレス”224.0.0.22”へ送信される。この廃止は、ブリッジ/L2スイッチでのIGMP Snoopingを考慮して実施された。

【0094】

第七に、IGMP v3では、IGMP v3ルータは、レポートメッセージが到着したインターフェースにアサインされたあらゆるアドレス（ユニキャストあるいはマルチキャスト）を受信し、レポートメッセージか否かを確認できなければならなくなった。

【0095】

〈マルチキャストルーティングプロトコル〉

図8は、マルチキャストルーティングプロトコルの概要を示す図である。図8を用いてマルチキャストルーティングプロトコルについて説明する。

【0096】

マルチキャストルーティングプロトコルとは、マルチキャストに対応する複数のルータやレイヤ3スイッチ（複数のマルチキャストルータM1）によって構成されるネットワークにおいて、マルチキャストルータM1がマルチキャストデータをクライアントE2への経路に沿って配信するために、マルチキャストルータM1のどのインターフェースへマルチキャストデータをコピーして送信すべきか

を決める経路制御（あるいは経路木の構成）のためのプロトコルである。マルチキャストルーティングプロトコルは、マルチキャストルータM1間のプロトコルである。

【0097】

マルチキャストルーティングプロトコルには、DVMRP (MBoneで使用, RFC1075で規定) や、PIM (Protocol Independent Multicast: RFC2362で規定, 新たなバージョンがIETFで検討中) 、MOSPF (OSPF上でのみ動作可, RFC1584, 1585で規定) 等がある。このうち、PIMがデファクトスタンダードになっている。

【0098】

〈RFC1112〉

図9は、RFC1112の概要を示す図である。図9を用いて、RFC1112について説明する。RFC1112では、クラスDのIPアドレスと物理アドレスとのマッピングや、特定のクラスDの物理アドレスのパケットのみを受信し上位層へ上げるフィルタリング機能等が規定されている。RFC1112の機能が実施されるためには、ルータ、クライアント共に、RFC1112が実装される必要がある。

【0099】

クラスDのIPアドレスと物理アドレスとの対応付けは、クラスDのIPアドレスの下位23ビットをマルチキャスト物理アドレス”01:00:5E:00:00:00”（16進数）の下位23ビットに入れると規定されている（RFC1700参照）。例えば、”239.133.130.34”は、”01:00:5E:05:82:22”となる。

【0100】

〈IPv6でのマルチキャスト〉

次に、IPv6環境でのマルチキャストについて説明する。IPv6におけるIGMPv3に相当するプロトコルは、MLDv2であり、IETFで検討中である。IGMPとMLDの主な差異は以下の点である。第一に、MLDv2では、IPv4ヘッダでIGMPを示すことはなく、ICMPv6メッセージタイプ

(Multicast Listener Query : Type = decimal 130、MLD Version 2 Multicast Listener Report : Type = decimal 131、MLD Version 2 Multicast Listener Done : Type = decimal 132) を使用する。

【0101】

第二に、MLD v 2では、マルチキャストMACアドレスは、128ビットIPv6アドレスの下位32ビットを48ビットのMACアドレス”33：33：xx：xx：xx：xx”へマッピングし生成する。

【0102】

従って、上記のようなIPv4とIPv6マルチキャストの差異を上記に従つて認識・区別可能であり、またIGMP v 3及びMLD v 2の動作に関しては大きな差分はない。また、IPv6に対応可能なPIMのようなマルチキャストルーティングプロトコルも存在する。

【0103】

〔原理〕

〈システム構成〉

次に、図を用いて本発明の転送装置の原理について説明する。図10は、本発明の転送装置が使用された転送システム1を示す図である。転送システム1は、転送装置2、サーバ3、レイヤ2スイッチ4（4a, 4b）、クライアント5（5a, 5b），及びマルチキャスト対応ネットワーク6を用いて構成される。

【0104】

まず、転送装置2以外の構成について説明する。サーバ3は、パーソナルコンピュータやワークステーション等の情報処理装置を用いて構成され、クライアント5に対してマルチキャストデータを送信する。

【0105】

レイヤ2スイッチ4は、複数のクライアント5を収容する。ここでは、レイヤ2スイッチ4aはマルチキャストデータを受信しないクライアント5aを収容し、レイヤ2スイッチ4bはマルチキャストデータを受信するクライアント5bを収容する。

【0106】

クライアント5は、パーソナルコンピュータやワークステーション等の情報処理装置を用いて構成される。ここでは、クライアント5aはサーバ3からマルチキャストデータを受信せず、クライアント5bはサーバ3からマルチキャストデータを受信するように設定される。このため、クライアント5bは、転送装置2に対し、マルチキャスト制御パケットを送信する。即ち、転送装置2、レイヤ2スイッチ4b、クライアント5bの間では、マルチキャスト制御パケットが送受信される。マルチキャスト制御パケットとは、クライアント5bが、マルチキャストデータの受信を望むことあるいは受信を中止すること等を転送装置2へ通知するためのデータである。このようなマルチキャスト制御パケットの例として、IGMP v3メッセージがある。

【0107】

マルチキャスト対応ネットワーク6は、マルチキャストに対応するルータやレイヤ3スイッチを用いて構成されるネットワークである。

【0108】

図11は、転送装置2の原理を示すブロック図である。次に、図11を用いて転送装置2について説明する。転送装置2は、クライアント5bからマルチキャスト制御パケットを受信しその内容を記憶することにより、マルチキャストパケットを転送すべきクライアント5を判別する。そして、転送装置2は、サーバ3からマルチキャストパケットを受信すると、各クライアント5bに対してユニキャストとして、受信されたマルチキャストパケットの内容を転送する。転送装置2は、このような処理を実行するため、送受信インターフェース7(7a, 7b)、マルチキャストパケット処理部8、及び転送処理部13を用いて構成される。

【0109】

送受信インターフェース7は、ネットワークを介して他の装置とデータの送受信を行う。送受信インターフェース7aは、ネットワークを介してレイヤ2スイッチ4やクライアント5とデータの送受信を行う。ここでは、送受信インターフェース7aは、レイヤ2スイッチ4を介してクライアント5とデータの送受信を行う。通常、転送装置2は、送受信インターフェース7aを複数備える。送受信インターフェース7bは、ネットワーク(マルチキャスト対応ネットワーク6)を介してサ

ーバ3とデータの送受信を行う。

【0110】

マルチキャストパケット処理部8は、送受信インターフェース7a及び送受信インターフェース7b毎に備えられる。または、マルチキャストパケット処理部8は、全ての送受信インターフェース7a, 7bについて、一つ備えられる。図11では、便宜上、一つのマルチキャストパケット処理部8が描かれている。マルチキャストパケット処理部8は、対応する送受信インターフェース7aを管理する。マルチキャストパケット処理部8は、自身が管理する送受信インターフェース7配下のクライアント5の中から、送受信インターフェース7bによって受信されたマルチキャストパケットを転送すべきクライアント5を判断する。マルチキャストパケット処理部8は、このような処理を行うために、受信クライアント情報管理テーブル記憶部9、マルチキャスト制御メッセージ判別部10、マルチキャストパケット判別部11、及びデータフレーム生成部12を備える。

【0111】

受信クライアント情報管理テーブル記憶部9は、受信クライアント情報管理テーブル9Aを記憶する。受信クライアント情報管理テーブル9Aは、転送装置2配下の各クライアント5についての情報を格納する。

【0112】

マルチキャスト制御メッセージ判別部10は、送受信インターフェース7aによってクライアント5から受信されたパケットが、マルチキャスト制御パケットであるか否かを判別する。マルチキャスト制御メッセージ判別部10は、受信されたパケットがマルチキャスト制御パケットである場合、このパケットの内容を受信クライアント情報管理テーブル9Aに反映させる。このとき、マルチキャスト制御メッセージ判別部10は、このパケットを転送処理部13へ渡す。一方、受信されたパケットがマルチキャスト制御パケットでない場合、マルチキャスト制御メッセージ判別部10は、このパケットを転送処理部13へ渡す。

【0113】

マルチキャストパケット判別部11は、転送処理部13から受け取られたパケットが、マルチキャストパケットであるか否かを判別する。マルチキャストパケ

ット判別部11は、このパケットがマルチキャストパケットである場合、このパケットをデータフレーム生成部12へ渡す。一方、マルチキャスト判別部11は、このパケットがマルチキャストパケットでない場合、このパケットを送受信インターフェース7aを介して送出する。

【0114】

データフレーム生成部12は、マルチキャストパケット判別部11から受け取られたマルチキャストパケットを基に、送受信インターフェース7a配下のクライアント5(5b)へ送信されるべきユニキャストパケット(クライアント5(5b)へ送信されるべきマルチキャストフレーム)を生成する。

【0115】

転送処理部13は、通常のルータが備えるルーティング処理やマルチキャストルーティング処理などを行う。このため、転送処理部13は、ルーティングテーブル14Aを記憶するルーティングテーブル記憶部14と、マルチキャストルーティング処理を実行するマルチキャスト処理部15とを備える。

【0116】

〈動作例〉

次に、転送装置2の動作例を説明する。送受信インターフェース7aがマルチキャスト制御パケットを受信すると、マルチキャスト制御メッセージ判別部10は、受信されたパケットがマルチキャスト制御メッセージであるか否かを判別(検査)する。マルチキャスト制御メッセージ判別部10は、受信されたパケットがマルチキャスト制御パケットである場合、このパケットの内容を受信クライアント情報管理テーブル9Aに反映させる。また、マルチキャスト制御メッセージ判別部10は、このパケットを転送処理部13へ渡す。そして、転送処理部13は、通常のマルチキャストデータの転送制御情報として受け取ったマルチキャスト制御パケットの内容を、ルーティングテーブル14A及びマルチキャスト処理部15に反映させる。

【0117】

一方、マルチキャスト制御メッセージ判別部10は、受信されたパケットがマルチキャスト制御パケットでない場合、このパケットを転送処理部13へ渡す。

そして、転送処理部13は、このパケットについて転送処理を実行する。

【0118】

送受信インターフェース7bがマルチキャストパケットを受信すると、転送処理部13は、受信されたマルチキャストデータをどの送受信インターフェース7aから送出すべきかを判別する。そして、転送処理部13は、判別された送受信インターフェース7aを管理するマルチキャストパケット処理部8へ、受信されたマルチキャストパケットを渡す。

【0119】

転送処理部13からマルチキャストパケット処理部8へ渡されたマルチキャストパケットは、マルチキャストパケット判別部11によって処理される。マルチキャストパケット判別部11は、受信クライアント管理テーブル9Aを参照し、受信されたマルチキャストパケットを転送すべきクライアント5bの存在の有無を確認する。このようなクライアント5bが存在する場合、マルチキャストパケット判別部11は、受信されたマルチキャストパケットをデータフレーム生成部12へ渡す。

【0120】

データフレーム生成部12は、受信されたマルチキャストパケットを、クライアント5b宛のユニキャストパケットに変換し、送受信インターフェース7aを介してクライアント5bへ転送する。このとき、データフレーム生成部12は、必要に応じてユニキャストパケットを複数生成する。例えば、受信されたマルチキャストパケットを転送すべきクライアント5bが複数存在する場合、ユニキャストパケットは複数生成される。

【0121】

一方、このようなクライアント5bが存在しない場合、マルチキャストパケット判別部11は、受信されたマルチキャストパケットを、送受信インターフェース7aを介して他の装置へ転送する。このような他の装置とは、例えば自装置2に接続される、転送装置2や、マルチキャスト対応ルータ等がある。

【0122】

〔実施形態概要〕

次に、図を用いて本発明の実施形態における転送装置、即ちマルチキャストルータ 16について説明する。なお、本実施形態の説明は例示であり、本発明の構成は以下の説明に限定されない。また、以下の説明では、IP v4とIGMP v3とが適用されるネットワークを例として説明する。IP v6が適用される場合には、IGMP v3の代わりにMDL v2を適用するなど、上記したIP v4におけるマルチキャストとIP v6におけるマルチキャストとの差分を考慮することにより、同様の手順で本発明を実施することが可能である。

【0123】

図12は、マルチキャストルータ16を用いたマルチキャストシステム17のネットワーク構成を示す図である。マルチキャストシステム17は、サーバ3、マルチキャスト対応ネットワーク6、マルチキャストルータ16、レイヤ2スイッチ4、及び複数のクライアント5を用いて構成される。

【0124】

まず、マルチキャストルータ16以外の構成について説明する。サーバ3、マルチキャスト対応ネットワーク6、レイヤ2スイッチ4、及びクライアント5の基本的な構成は、原理において説明した通りである。

【0125】

図13は、マルチキャストルータ16の構成を示すブロック図である。図13を用いてマルチキャストルータ16の構成について説明する。マルチキャストルータ16は、ハードウェア的には、バスを介して接続されたCPU、主記憶(RAM)、補助記憶装置(フラッシュメモリ)等を備えている。マルチキャストルータ16は、補助記憶装置に記憶された各種のプログラム(OS、アプリケーション等)が主記憶にロードされCPUにより実行されることによって、マルチキャストパケット処理部18(18a, 18b, 18c)、転送制御部19、送受信インターフェース21(21a, 21b, 21c)等を含む装置として機能する。

【0126】

図14は、マルチキャストパケット処理部18の構成を示すブロック図である。図14を用いてマルチキャストパケット処理部18について説明する。マルチ

キャストパケット処理部18は、タイマ23、受信クライアント情報管理テーブル記憶部24、マルチキャスト制御メッセージ判別部25、マルチキャストパケット判別部26、及びデータフレーム生成部27を用いて構成される。

【0127】

タイマ23は、計時装置やC P UやR A M等を用いて構成される。タイマ23は、自身が備えられるマルチキャストパケット処理部18に対応する送受信インタフェース21を通してクエリメッセージが送出されると、計時を開始する。タイマ23は、受信クライアント情報管理テーブル24Aの各エントリについて、計時を行う。そして、タイマ23は、このクエリメッセージに対するレポートメッセージが、一定時間内にこの送受信インタフェース21を通して受信されるか否かを判断する。即ち、タイマ23は、受信クライアント情報管理テーブル24Aの各エントリについて、一定時間内にレポートメッセージが受信されるか否かを判断する。タイマ23は、受信クライアント情報管理テーブル24Aのあるエントリについてレポートメッセージが受信されると、このエントリについての計時をリセット（計時の値を0とすること）する。

【0128】

例えば、タイマ23は、クエリメッセージの送信間隔の3倍の時間が設定される。この場合、タイマ23は、クエリメッセージが3回送信される間にレポートメッセージが受信されない場合に、タイムアウトとなる。クエリメッセージの送信間隔が125秒である場合、タイマ23には、375秒が設定される。

【0129】

タイマ23は、タイムアウトとなった場合、このエントリに対応するクライアント5がなんらかの原因によってマルチキャストデータを既に受信していないと判断する。このため、タイマ23は、タイムアウトとなったエントリに対応するクライアント5に関する情報を、受信クライアント管理テーブル24Aから削除する。即ち、タイマ23は、タイムアウトとなったエントリに対応するクライアント5に関するエントリを、受信クライアント管理テーブル24Aから削除する。よって、タイマ23がタイムアウトとなった場合、このエントリに対応するクライアント5へのマルチキャストデータの転送が停止される。

【0130】

タイマ23の処理は、IPv6環境におけるMLDv2の場合であっても、同様に実施される。

【0131】

受信クライアント情報管理テーブル記憶部24は、ハードディスクやフラッシュメモリ等の不揮発性記憶装置を用いて構成される。受信クライアント情報管理テーブル記憶部24は、受信クライアント情報管理テーブル24Aを記憶する。

【0132】

図15は、受信クライアント情報管理テーブル24Aの例を示す図である。図15を用いて、受信クライアント情報管理テーブル24Aについて説明する。

【0133】

受信クライアント情報管理テーブル24Aは、各クライアント5がどのマルチキャストデータを受信したいかを判断するために必要となる情報を管理する。受信クライアント情報管理テーブル24Aは、各クライアント5から送出され自身が対応する送受信インターフェース21を介して受信されるレポートメッセージに含まれる情報を基に作成・更新される。受信クライアント情報管理テーブル24Aは、ローカルなインターフェース情報であるため、MACアドレスも格納される。

【0134】

受信クライアント情報管理テーブル24Aは、エントリナンバー、クライアントアドレス(Client Address)、クライアントMACアドレス(Client MAC Address)、マルチキャストアドレス(Multicast Address)、ソースアドレス(Source Address)、フィルタモード(Filter Mode)を項目とするエントリを持つ。

【0135】

エントリナンバーは、各エントリに割り当てられる重複しない数字である。図15に示される受信クライアント情報管理テーブル24Aでは、クライアントアドレス毎に一つのエントリナンバーが与えられる。即ち、図15に示される受信クライアント情報管理テーブル24Aでは、一つのクライアントアドレスに対して、複数の(1以上の)マルチキャストアドレス、ソースアドレス、フィルタモ

ードが与えられる。

【0136】

クライアントアドレスは、受信クライアント情報管理テーブル記憶部24が備えられるマルチキャストパケット処理部18に対応する送受信インターフェース21配下に位置するクライアント5のIPアドレスを示す。

【0137】

クライアントMACアドレスは、同じエントリのクライアントアドレスに対応するMACアドレスを示す。即ち、クライアントMACアドレスは、同じエントリのクライアントアドレスを有するクライアント5のMACアドレスを示す。

【0138】

マルチキャストアドレスは、同じエントリのクライアントアドレスを有するクライアント5が受信を希望するマルチキャストデータのマルチキャストアドレスを示す。マルチキャストアドレスは、一つのエントリに複数保持される場合がある（例：図15におけるエントリナンバー1）。

【0139】

ソースアドレスは、対応するマルチキャストアドレスについてのマルチキャストデータの送信元となるサーバ3のアドレス（IPアドレス）を示す。マルチキャストルータ16は、IGMPv3に対応する。このため、ソースアドレスは、一つのマルチキャストアドレスに対して複数保持される場合がある（例：図15におけるエントリナンバー1）。

【0140】

フィルタモードは、対応するマルチキャストアドレスについてのフィルタモードを示す。フィルタモードは、”INCLUDE”と”EXCLUDE”とのいずれかの値を持つ。

【0141】

ここで、マルチキャストアドレス”238.0.0.123”を例として、受信クライアント情報管理テーブル24Aについて説明する。図15に示される受信クライアント情報管理テーブル24Aは、以下の情報を持つ。

【0142】

” 61. 143. 221. 2” がソースアドレスであるマルチキャストデータは、” 210. 23. 171. aa” をアドレスとするクライアント5と” 210. 23. 171. ff” をアドレスとするクライアント5とが受信を希望している。” 61. 143. 221. 3” がソースアドレスであるマルチキャストデータは、” 210. 23. 171. aa” をアドレスとするクライアント5と” 210. 23. 171. dd” をアドレスとするクライアント5と” 210. 23. 171. ff” をアドレスとするクライアント5とが受信を希望している。” 61. 143. 221. 4” がソースアドレスであるマルチキャストデータは、” 210. 23. 171. aa” をアドレスとするクライアント5と” 210. 23. 171. dd” をアドレスとするクライアント5とが受信を希望している。” 61. 143. 221. 5” がソースアドレスであるマルチキャストデータは、” 210. 23. 171. ff” をアドレスとするクライアント5が受信を希望している。そして、上記以外のソースアドレスであるマルチキャストデータは、” 210. 23. 171. dd” をアドレスとするクライアント5が受信を希望している。また、エントリナンバー1のエントリにおけるクライアント5は、マルチキャストアドレス” 238. 0. 0. 123” 宛のマルチキャストデータを、ソースアドレスが” 61. 143. 221. 2” , ” 61. 143. 221. 3” , ” 61. 143. 221. 4” であるサーバ3から送信された場合にのみ受信する。

【0143】

マルチキャスト制御メッセージ判別部25は、CPUやRAM等を用いて構成される。マルチキャスト制御メッセージ判別部25は、自身が備えられるマルチキャストパケット処理部18に対応する送受信インターフェース21を介して受信されたパケットが、マルチキャスト制御パケットであるか否かを判別する。即ち、マルチキャスト制御メッセージ判別部25は、対応する送受信インターフェース21を介して受信されたパケットが、マルチキャスト制御メッセージ（クライアント5が自発的に送信するIGMPレポートやリープメッセージ、レポートメッセージなど）を含むパケットであるか否かを判別する。マルチキャスト制御メッセージ判別部25は、受信されたパケットがマルチキャスト制御パケットである

場合、対応する送受信インターフェース 21 配下に、マルチキャストデータの受信を希望するクライアント 5 が存在することを認識する。マルチキャスト制御メッセージ判別部 25 は、受信されたパケットがマルチキャスト制御パケットである場合、このパケットの内容を受信クライアント情報管理テーブル 24A に反映させる（パケットの内容に応じて受信クライアント情報管理テーブル 24A の内容を更新あるいは変更する）。このとき、マルチキャスト制御メッセージ判別部 25 は、このパケットを転送制御部 19 へも渡す。一方、受信されたパケットがマルチキャスト制御パケットでない場合、マルチキャスト制御メッセージ判別部 25 は、このパケットを転送制御部 19 へ渡す。

【0144】

マルチキャスト制御メッセージ判別部 25 は、例えばレポートメッセージ（IGMP Report）を含むパケットをマルチキャスト制御パケットであると判断し、処理を実行する。ここで、レポートメッセージについて説明する。

【0145】

レポートメッセージは、IGMP メッセージ又はMLDv2 メッセージによる制御メッセージである。図 16, 17 は、IGMP メッセージを含むパケット、MLDv2 メッセージを含むパケットのフォーマットを示す図である。図 16, 17 では、データリンク層がイーサネットであると仮定している。IGMP メッセージは、IP パケットのデータグラムとして、IP パケットに保持される。MLDv2 メッセージも同様に、IP パケットのデータグラムとして IP パケットに保持される。

【0146】

レポートメッセージは、IP アドレスが”224.0.0.22”であり、MAC アドレスが”01:00:5E:00:00:16”であり、IP ヘッダ内のプロトコル番号がIGMP を示す”2”であり、IGMP メッセージのタイプ値が”0x22”である。図 18, 19 は、IPv4, IPv6 のパケットのヘッダフォーマットを示す図である。図 18 におけるProtocol ID の値が”2”である場合に、このパケットがIGMP メッセージを含むパケットであると判別される。このため、これらの情報を基に、マルチキャスト制御メッセー

ジ判別部25は、受信されたパケットが、IGMPメッセージを含むか否か、さらにはレポートメッセージを含むか否かを判別する。

【0147】

図20、21は、IGMPv3、MLDv2におけるレポートメッセージのフォーマットを示す図である。レポートメッセージは、このレポートメッセージの送信元であるクライアント5が受信を希望するマルチキャストデータのマルチキャストアドレス（グループアドレス：Multicast Address）と、受信を希望するマルチキャストデータの送信元となるサーバ3のアドレス（ソースアドレス：Source Address）のリスト（ソースリスト）と、フィルタモードとを含む。

【0148】

例えば、「マルチキャストアドレス”238.0.1.12”のマルチキャストデータをソース”162.22.36.5”と”162.22.36.6”とから受信する」ことを意味するレポートメッセージは、マルチキャストアドレスは”238.0.1.12”、ソースアドレスは”162.22.36.5”と”162.22.36.6”、フィルタモードは”INCLUDE”となる。

【0149】

また、例えば、「マルチキャストアドレス”238.0.1.12”のマルチキャストデータをソース”162.22.36.5”，”162.22.36.6”以外から受信する」ことを意味するレポートメッセージは、マルチキャストアドレスは”238.0.1.12”、ソースアドレスは”162.22.36.5”と”162.22.36.6”、フィルタモードは”EXCLUDE”となる。クライアント5は、単一のレポートメッセージにおいて、複数のマルチキャストアドレスを指定でき、さらにそれぞれのマルチキャストアドレスに対するソースアドレスのリストとフィルタモードとを指定できる。

【0150】

レポートメッセージについての説明を終え、マルチキャスト制御メッセージ判別部25の説明に戻る。次に、マルチキャスト制御メッセージ判別部25が実行する、エントリの追加処理について説明する。マルチキャスト制御メッセージ判別部25は、受信クライアント情報管理テーブル24Aのエントリとして記録さ

れていない新たなクライアント5からのレポートメッセージを受け取った場合、このレポートメッセージに含まれる情報を基に新たなエントリを生成する。このとき、マルチキャスト制御メッセージ判別部25は、レポートメッセージを含むパケットの送信元アドレスと、受信クライアント情報管理テーブル24Aのクライアントアドレスとを比較することにより、新たなクライアント5を識別する。

【0151】

図22は、受信クライアント情報管理テーブル24Aに保持されるエントリの例を示す図である。例えば、図15に示される受信クライアント情報管理テーブル24Aが保持されている状態で、IPアドレスが”210.23.171.gg”であるクライアント5からレポートメッセージが受信された場合、図22に示される新たなエントリが受信クライアント情報管理テーブル24Aに登録される。このとき、このレポートメッセージには、クライアント5のMACアドレスとして”xx:xx:xx:xx:45:67”，ソースアドレスとして”61.143.221.38”，マルチキャストアドレスとして”238.0.2.222”，フィルタモードとして”INCLUDE”が含まれていると仮定する。

【0152】

次に、マルチキャスト制御メッセージ判別部25が実行する、エントリの更新処理について説明する。マルチキャスト制御メッセージ判別部25は、レポートメッセージの内容と、受信クライアント情報管理テーブル24Aにおけるエントリの内容とが異なる場合、エントリの更新処理を行う。

【0153】

例えば、アドレスが”210.23.171.aa”であるクライアント5から、フィルタモードとして”EXCLUDE”，ソースアドレスとして”61.143.221.2”，マルチキャストアドレスとして”238.0.0.123”が指定されたレポートメッセージが受信されたと仮定する。この場合、このレポートメッセージの内容と、受信クライアント情報管理テーブル24Aの内容とが異なる。従って、マルチキャスト制御メッセージ判別部25は、受信クライアント情報管理テーブル24Aの内容を更新する。

【0154】

図23は、受信クライアント情報管理テーブル24Aに保持されるエントリの例を示す図である。上記のレポートメッセージが受信された場合、マルチキャスト制御メッセージ判別部25は、図15に示されるエントリナンバー1の内容を、図23に示される内容に更新する。この更新の結果、マルチキャストルータ16は、アドレスが”210.23.171.aa”であるクライアント5に対し、マルチキャストアドレスが”238.0.0.123”であるマルチキャストデータであって、ソースアドレスが”61.143.221.2”であるサーバ3以外から送出されたマルチキャストデータを転送する。

【0155】

また、フィルタモードが”INCLUDE”であり、ソースアドレスを含まない（エンプティである）レポートメッセージが受信された場合、マルチキャスト制御メッセージ判別部25は、このレポートメッセージに含まれるマルチキャストアドレスを含む情報をエントリから削除する。即ち、このようなレポートメッセージが受信された場合、マルチキャスト制御メッセージ判別部25は、このレポートメッセージの送信元であるクライアント5に対し、このレポートメッセージに含まれるマルチキャストアドレスのマルチキャストデータを転送しないようエントリを更新する。

【0156】

例えば、アドレスが”210.23.171.bb”であるクライアント5から、マルチキャストアドレスが”238.225.13.33”であり、ソースアドレスがエンプティであり、フィルタモードが”INCLUDE”であるレポートメッセージが受信されたと仮定する。この場合、マルチキャスト制御メッセージ判別部25は、このクライアント5に対し、マルチキャストアドレスが”238.225.13.33”であるマルチキャストデータの転送を停止（中止）すると判断する。即ち、マルチキャスト制御メッセージ判別部25は、クライアントアドレスが”210.23.171.bb”であるエントリから、マルチキャストアドレスが”238.225.13.33”である情報を削除する。図15に示される受信クライアント情報管理テーブル24Aでは、結果として、エン

トリナンバー2のエントリが全て削除される。この処理は、IP v6環境におけるMLDv2においても同様に実行される。

【0157】

次に、IP v6環境におけるマルチキャスト制御メッセージ判別部25の動作について説明する。IP v6環境におけるMLDv2に対応したネットワークでは、マルチキャスト制御メッセージ判別部25は、MACアドレスがマルチキャストMACアドレスでさらに”33:33:00:00:00:22”であり、IPヘッダ内のネクストヘッダフィールドの値が”58”であり、ヘッダ内のタイプ値が”136（二進数）”であるパケットを、MLDv2におけるレポートメッセージを含むパケットであると判別する。このため、レイヤ2スイッチ4がMLDv2 Snoopingをサポートしていない場合であり、かつマルチキャストルータ16配下のサブネットワークにおいてMLDv2が適用される環境であっても、マルチキャストデータを必要とするクライアント5のみにマルチキャストデータを転送することが可能となる。

【0158】

マルチキャストパケット判別部26は、CPUやRAM等を用いて構成される。マルチキャストパケット判別部26は、転送制御部19から受け取られたパケットが、マルチキャストパケットであるか否かを判別する。マルチキャストパケット判別部26は、このパケットがマルチキャストパケットである場合、このパケットをデータフレーム生成部27へ渡す。

【0159】

一方、マルチキャスト判別部26は、このパケットがマルチキャストパケットでない場合、このパケットを送受信インタフェース21を介して送出する。このようなパケットの例として、通常のユニキャストデータや、マルチキャストデータのうちマルチキャストルーティングプロトコルのメッセージ等がある。

【0160】

データフレーム生成部27は、CPUやRAM等を用いて構成される。データフレーム生成部27は、マルチキャストパケット判別部26によってマルチキャストパケットであると判別されたパケットを、マルチキャストパケット判別部2

6から受け取る。データフレーム生成部27は、受け取られたマルチキャストパケットのマルチキャストアドレス及びソースアドレス（送信元のサーバ3のアドレス）を参照する。データフレーム生成部27は、参照結果のマルチキャストアドレス及びソースアドレスに該当するエントリを、受信クライアント情報管理テーブル24Aから読み出す。データフレーム生成部27は、受け取られたマルチキャストパケットを変更・コピーすることにより、読み出されたエントリのクライアントアドレス（クライアントMACアドレス）宛のユニキャストパケットを生成する。このとき、データフレーム生成部27は、受け取られたマルチキャストパケットにおける宛先MACアドレスを、マルチキャストMACアドレスから、読み出されたエントリに含まれるクライアントMACアドレスに変更する。そして、データフレーム生成部27は、生成されたユニキャストパケットを、送受信インターフェース21を介して送出する。

【0161】

図24は、データフレーム生成部27の動作例を示すフローチャートである。図24を用いて、データフレーム生成部27の動作について説明する。

【0162】

例えば、アドレスが”61.143.221.2”であるサーバ3から送信されたマルチキャストデータ（マルチキャストアドレスは”238.0.0.123”）が、マルチキャストルータ16によって受信された場合、データフレーム生成部27はマルチキャストパケット判別部26からこのマルチキャストデータを受け取る（S01）。

【0163】

データフレーム生成部27は、受け取られたマルチキャストデータに関するエントリが、受信クライアント情報管理テーブル24Aにあるか否かを判断する。即ち、データフレーム生成部27は、このマルチキャストデータのマルチキャストアドレス及びソースアドレス（フィルタモードが”INCLUDE”である場合は該当するソースアドレスを含むエントリ、フィルタモードが”EXCLUDE”である場合は該当するソースアドレスを含まないエントリ）について、受信クライアント情報管理テーブル24Aを検索する（S02）。

【0164】

受け取られたマルチキャストデータに関するエントリが受信クライアント情報管理テーブル24Aに無い場合(S03-N0)、データフレーム生成部27は、このマルチキャストデータをそのままの状態で(即ちオリジナルのマルチキャストデータを)、送受信インターフェース21を介して送出し、処理を終了する(S04)。

【0165】

一方、受け取られたマルチキャストデータに関するエントリが受信クライアント情報管理テーブル24Aに有る場合(S03-YE S)、データフレーム生成部27は、このマルチキャストデータの受信を要求している各クライアント5に対し、このマルチキャストデータをユニキャスト送信する(S05)。

【0166】

上記した例では、受信されたマルチキャストデータのマルチキャストアドレス”238.0.0.123”は、受信クライアント情報管理テーブル24Aのエントリナンバー1, 4にある。そして、フィルタモード及びソースアドレスが考慮されると、結果として、エントリナンバー1に該当するクライアント5に対して、受信されたマルチキャストデータが転送されるべきと、データフレーム生成部27は判断する。このため、受信されたマルチキャストデータは、エントリナンバー1に該当するクライアント5に対して、ユニキャスト送信される。

【0167】

具体的には、データフレーム生成部27は、該当するこのエントリを確認すると、このエントリに含まれるクライアントMACアドレスを読み出す。即ち、図15においては、データフレーム生成部27は、”xx:xx:xx:xx:xx:12:34”を読み出す。次に、データフレーム生成部27は、受信されたマルチキャストデータの送信先MACアドレスに対し、読み出されたクライアントMACアドレスを付与しユニキャストデータを生成する。このとき、データフレーム生成部27は、複数のクライアントMACアドレスを読み出した場合、受信されたマルチキャストデータをコピーすることにより、読み出されたクライアントMACアドレスと同数のユニキャストデータを生成する。上記した例では、一つの

クライアントMACアドレスが読み出されるため、データフレーム生成部27は、マルチキャストデータを一つコピーし、MACアドレスの変更を実行することによりユニキャストデータを生成する。データフレーム生成部27は、生成されたユニキャストデータを、送受信インターフェース21を介して送出する。そして、データフレーム生成部27は、このマルチキャストデータをそのままの状態で（即ちオリジナルのマルチキャストデータを）、送受信インターフェース21を介して送出し、処理を終了する（S06）。

【0168】

上述したように、データフレーム生成部27は、ユニキャストデータの転送処理を実行するか否かに関わらず、オリジナルのマルチキャストデータを送信する。図25は、オリジナルのマルチキャストデータの送信処理の作用を説明するための図である。図25では、マルチキャストルータ16bは、レイヤ2スイッチ4を介して、上流に位置するマルチキャストルータ16aに接続される。このように接続されたマルチキャストルータ16bは、配下に接続されるクライアント5bに対して正しくマルチキャストデータを配信するため、オリジナルのマルチキャストデータを必要とする。このため、マルチキャストルータ16aのデータフレーム生成部27は、ユニキャストデータの転送処理を実行するか否かに関わらず、オリジナルのマルチキャストデータを送信する。通常、レイヤ2スイッチ4は、あるポートから入力されたマルチキャストパケットをマルチキャストルータが接続されるポート（例えば、マルチキャストルータ16bが接続されるポート）、あるいはその方向のポートを介して送出する。このため、他のマルチキャストルータ（マルチキャストルータ16b）に対し、オリジナルのマルチキャストデータが伝達される。

【0169】

送受信インターフェース21は、ネットワークを介して他の装置とデータの送受信を行う。送受信インターフェース21aは、ネットワーク（マルチキャスト対応ネットワーク6）を介してサーバ3とデータの送受信を行う。送受信インターフェース21b, 21cは、サブネットワークやレイヤ2スイッチ4を介してクライアント5や、他のマルチキャストルータ16とデータの送受信を行う。

【0170】

転送制御部19は、通常のルータが備えるルーティング処理やマルチキャストルーティング処理などを行う。このため、転送処理部19は、ルーティングテーブル20Aを記憶するルーティングテーブル記憶部20と、マルチキャストルーティング処理を実行するマルチキャスト処理部22とを備える。

【0171】

〔作用／効果〕

本発明によるマルチキャストルータ16によれば、受信クライアント情報管理テーブル24Aが、IGMPv3メッセージに基づいて、各クライアント5についてのマルチキャストデータの受信設定を保持する。そして、データフレーム生成部27が、受信クライアント情報管理テーブル24Aの内容に基づいて、受信されたマルチキャストデータを、ユニキャストデータとして、このマルチキャストデータを受信するように設定されているクライアント5に対してユニキャスト送信する。

【0172】

このため、マルチキャストルータ16とクライアント5との間に設置されるレイヤ2スイッチ4は、マルチキャストルータ16から送信されたユニキャストデータを、レイヤ2の情報に基づいて転送することが可能となる。即ち、レイヤ2スイッチ4は、レイヤ3レベルの処理が要求されるIGMPv3に基づいて処理を行う必要がなくなる。従って、レイヤ2スイッチ4は、転送能力の低下を招くIGMPv3対応Snopingを実装される必要が無くなる。よって、IGMPv3対応Snopingの実装によるコストを削減することや、転送能力の低下を防止することが可能となる。

【0173】

言い換えれば、マルチキャストルータ16の下流に存するレイヤ2スイッチ4が、レイヤ2に基づくスイッチング動作によって、このレイヤ2スイッチ4が収容している1以上のクライアント5のうち、マルチキャストデータの受信を所望するクライアント5のみにマルチキャストデータを転送することが可能となる。

【0174】

また、データフレーム生成部27は、マルチキャストデータをユニキャストデータとして転送するか否かに関わらず、必ずオリジナルのマルチキャストデータを転送する。このため、自装置16配下に設置される他のマルチキャストルータ16に対して、オリジナルのマルチキャストデータを転送することが可能となる。従って、他のマルチキャストルータ16は、オリジナルのマルチキャストデータに基づいて、自装置16の配下に設置される複数のクライアント5それぞれに対して、ユニキャストデータを正しく転送することが可能となる。

【0175】

また、タイマ23は、タイムアウトとなったエントリに対応するクライアント5に関するエントリを、受信クライアント管理テーブル24Aから削除する。このため、クライアント5が問題の発生（例：突然の電源断、OSのハングアップ）によりマルチキャストデータの受信をできなくなった場合、このクライアント5へのマルチキャストデータの転送が停止される。従って、ネットワーク帯域の浪費を防止することが可能となる。即ち、無駄なマルチキャストデータの転送処理の実行を防止することが可能となる。

【0176】

〔変形例〕

送受信インターフェース21は、クライアント側に二つ備えられているが（送受信インターフェース21b, 21c）、二つに限らず三つ以上又は一つのみが備えられるように構成されても良い。

【0177】

また、マルチキャストパケット処理部18は、送受信インターフェース21毎に備えられているが、全ての送受信インターフェースを管理する一つのマルチキャストパケット処理部18が備えられるように構成されても良い。

【0178】

また、データフレーム生成部27は、どのような判断手順によってクライアントMACアドレスを読み出すように構成されても良い。

【0179】

また、マルチキャスト制御メッセージ判別部25は、IGMPv1又はIGM

Pv2に対応するレポートメッセージやクエリメッセージを受信した場合に、受信クライアント情報管理テーブル24Aを、IGMPv1又はIGMPv2に対応するように変換するように構成されても良い。そして、データフレーム生成部27は、変換された受信クライアント情報管理テーブル24Aを参照して、マルチキャストデータに対応するユニキャストデータを生成、送信する。即ち、この場合、データフレーム生成部27を含むマルチキャストパケット処理部18は、IGMPv1又はIGMPv2に対応して動作する。

【0180】

マルチキャストルータ16は、本発明による転送装置の構成が、IPレベルの中継処理を行う一般的なマルチキャストルータやレイヤ3スイッチに実装されることにより構成される。しかし、本発明による転送装置の構成が、専用装置として実装されても良い。

【0181】

図26は、本発明による転送装置の構成が専用装置29として実装された場合のネットワークの構成例を示す図である。このネットワークは、配信センタ28、専用装置29、EPON (Ethernet Passive Optical Network) 32、カプラ33、ユーザ宅36を用いて構成される。配信センタ28内には、コンテンツサーバ31が設置される。また、ユーザ宅36内には、メディアコンバータ34とクライアント35とが設置される。また、専用装置29は、マルチキャスト対応ネットワーク30に接続されるルータ37とクライアント35との間に設置される。

【0182】

専用装置29は、ルータ37とクライアント35とから送信されるIGMPメッセージを参照し、受信クライアント情報管理テーブル24A（図15参照）を生成する。また、専用装置29は、ルータ37から送信されるマルチキャストデータを受信し、受信クライアント情報管理テーブル24Aに基づいて、データフレーム生成部27によって、ユニキャストデータを生成しクライアント35へ送信する。

【0183】

このように専用装置29を設置することにより、本発明による転送装置が実装された新たなマルチキャストルータ16を設置する必要がなくなり、ルータ37等の既存設備を活用することが可能となる。例えば、ルータ37がIGMPv3に対応していない場合であっても、ソフトウェアのアップグレード等により、IGMPv3に対応させることが可能である。このため、IGMPv1やIGMPv2にのみ対応していたネットワークについても、専用装置29の設置とソフトウェアのアップグレード等により、IGMPv3に対応したネットワークを構成することが可能となり、このようなネットワーク構成に費やすコストの削減が可能となる。

【0184】

また、FTTH(Fiber To The Home)では、EPON32の性質上、IGMP Snoopingの機能は、メディアコンバータ34に実装されなければならない。しかし、通常は、小型でCPU等も備えないメディアコンバータ34に対して、本発明による転送装置を実装することは困難である。このような場合に、専用装置29が図26に示されるように設置されることにより、他のシステムには影響を与えることなく、IGMPv3によるマルチキャストが可能となる。

【0185】

〔適用例〕

本発明による転送装置（転送装置が実装されたマルチキャストルータ16や専用装置29など）は、コンテンツ配信システムに適用されることにより、新たな効果を奏する。図27は、マルチキャストルータ16が適用されたコンテンツ配信システム38の概要を示す図である。コンテンツ配信システム38は、コンテンツ配信ネットワーク（CDN：Contents Distribution Network）事業者のサーバサイト39、ISPの制御センタ44、ISPのネットワーク45、マルチキャストルータ16、クライアント5、レイヤ2スイッチ4を用いて構成される。サーバサイト39は、ユーザ管理／認証サーバ40、課金サーバ41、マルチキャストコンテンツ配信サーバ42、及びルータ43を用いて構成される。また、ISPのネットワーク45は、マルチキャストルータ16を含む。さらに、レイヤ2スイッチ4は、マルチキャストルータ16を介してISPのネットワーク

45に接続される。

【0186】

図27に示されるコンテンツ配信システム38では、CDN事業者とISPとの間で、コンテンツ配信依頼／契約が行われる（1）。その後、CDN事業者のマルチキャストコンテンツ配信サーバ42からコンテンツのマルチキャスト配信が実施される（2）。マルチキャストルータ16は、受信クライアント情報について収集・保持・管理を行い（3）、受信クライアント情報をCDN事業者のサイトへ送信する（4）。この受信クライアント情報を受信したCDN事業者は、契約しているISPへ、受信されたユーザ情報と課金情報を通知する（5）。そして、ISPによって、ユーザに対するコンテンツ受信状況に応じた料金請求が実施される（6）。

【0187】

ユーザ管理／認証サーバ40は、ユーザ管理テーブル46を記憶する。ユーザ管理／認証サーバ40は、ISPのネットワーク45に設置されたマルチキャストルータ16から送信されるクライアント情報を基に、ユーザ管理テーブル46を作成／更新する。クライアント情報は、受信クライアント情報管理テーブル24Aに保持される情報を含む。

【0188】

図28は、ユーザ管理テーブル46の例を示す図である。ユーザ管理テーブル46は、ユーザ名、ユーザアドレス（クライアントアドレス）、受信コンテンツアドレス（マルチキャストアドレス）、受信開始時間、受信終了時間を項目として有する。

【0189】

ユーザ名は、クライアント5のユーザの名前を示す。ユーザ名は、ユーザを識別するために使用されるため、ユーザID等によって代替されても良い。

【0190】

ユーザアドレスは、クライアント5に割り当てられたアドレスであり、受信クライアント情報管理テーブル24Aにおけるクライアントアドレスと対応する。ユーザアドレスは、受信クライアント情報管理テーブル24Aにおけるクライア

ントMACアドレスと対応しても良い。また、ユーザ名とユーザアドレスとの対応付けは、ISPのDHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) サーバのログ情報を参照することや、ユーザ管理／認証サーバ40とDHCPサーバとが連動することで可能となる。

【0191】

受信コンテンツアドレスは、クライアント5が受信したコンテンツについてのマルチキャストアドレスであり、受信クライアント情報管理テーブル24Aにおけるマルチキャストアドレスに対応する。このとき、クライアント5は、マルチキャストコンテンツ配信サーバ42によって配信されるマルチキャストデータをコンテンツとして受信する。

【0192】

受信開始時間と受信終了時間とは、クライアント5が、対応するマルチキャストアドレスについてのマルチキャストデータの受信を開始した時間と受信を終了した時間を示す。

【0193】

C DN事業者は、ユーザ管理テーブル46の情報を基に、サービスを提供することが可能である。図29は、ユーザ管理テーブル46の情報を基に実施されるサービスの例を示す図である。

【0194】

図29では、C DN事業者がサービスを実施する。C DN事業者は、コンテンツ制作会社やISP等の契約ユーザ向けのコンテンツ配信システムを提供するビジネスを行う。ここでは特に、C DN事業者は、マルチキャストによるコンテンツ配信システムを提供すると仮定する。

【0195】

C DN事業者は、サービスメニューとして、通常のマルチキャストによるコンテンツ配信のサービスと、マルチキャストによるコンテンツ配信に加えてユーザ管理を含むサービスとを設定する。このとき、ユーザ管理を含むサービスでは、ユーザ管理テーブル46に保持される情報に基づいたサービスが提供される。例えば、C DN事業者は、ユーザ管理テーブル46に基づいて、ユーザ毎の受信コ

ンテンツとその受信時間等を、コンテンツ制作会社や I S P に提供する。

【0196】

従来のマルチキャストでは、サーバは、コンテンツのデータに対し単にマルチキャストアドレスを付与して送信する処理のみを実施していた。また、従来のマルチキャストでは、 UDP (User Datagram Protocol) が使用されていたため、TCP (Transmission Control Protocol) が使用された場合と異なり、基本的にどのクライアントがどのマルチキャストデータを受信しているかについては把握できなかった。従って、従来のマルチキャストによるコンテンツ配信では、ユーザ管理やコンテンツの視聴状況を把握することができなかった。

【0197】

しかし、CDN事業者によって提供される情報により、コンテンツ制作会社や I S P は、ユーザ管理やコンテンツの視聴状況を把握することが可能となり、ユーザ毎の時間課金や、視聴率の算出等を実施することが可能となる。

【0198】

なお、このサービスは、CDN事業者ではなく、I S P 自身によって実施されても良い。また、CDN事業者がネットワークシステム自体を提供し、コンテンツ制作会社の作成したコンテンツの代行配信を実施するという形態でこのサービスが実施されても良い。

【0199】

[その他]

本発明は、以下のように特定することができる。

(付記1) 第一のレイヤのデータに基づいてハードウェア的にスイッチングを行うスイッチング装置よりも上流に設置されるデータ生成装置であって、

前記第一のレイヤよりも高次である第二のレイヤのデータから、転送データの転送処理に関する転送管理情報を読み出す読出手段と、

前記読出手段によって読み出される前記転送管理情報を記憶する記憶手段と、

前記記憶手段が記憶する前記転送管理情報に基づいて転送データの転送先となるクライアントを判断し、転送先となるクライアント数と同数の、それぞれのクライアントに対して送信される、受信された転送データと同等の内容を含む送信

データを生成するデータ生成手段と、

前記データ生成手段によって生成された送信データを前記スイッチング装置へ
転送する転送手段と
を備えるデータ生成装置。

(付記2) 前記データ生成手段は、さらに前記転送データにおける前記第二の
レイヤのデータに基づいて転送先となるクライアントを判断する付記1に記載の
データ生成装置。

(付記3) 前記データ生成手段は、前記第一のレイヤの送信先アドレスに、前
記転送先となるクライアントのアドレスを書き込むことにより前記送信データを
生成する付記1又は2に記載のデータ生成装置。

(付記4) レイヤ2よりも高次のレイヤのデータから、マルチキャストデータ
の転送処理に関する情報を読み出す読出手段と、

前記読出手段によって読み出された情報に基づいた転送管理情報を記憶する記
憶手段と、

前記記憶手段が記憶する前記転送管理情報に基づいてマルチキャストデータの
転送先となるクライアントを判断し、受信されたマルチキャストデータを、転送
先となるクライアント数と同数のデータにコピーし、コピーされた夫々のデータ
をユニキャストデータに変更するデータ生成手段と
を備えるデータ生成装置。

(付記5) 前記データ生成手段は、さらに前記マルチキャストデータにおける
レイヤ2よりも高次のレイヤのデータに基づいて転送先となるクライアントを判
断する付記4に記載のデータ生成装置。

(付記6) 前記データ生成手段は、前記コピーされた夫々のデータのMACア
ドレスを、転送先となる各クライアントのMACアドレスに書き換えることによ
りユニキャストデータを生成する付記4又は5に記載のデータ生成装置。

(付記7) 自装置よりも下流側にデータを送出する送出手段をさらに備え、
前記送出手段は、前記データ生成手段によって生成されるユニキャストデータ
及び受信されたマルチキャストデータを送出する
付記4～6のいずれかに記載のデータ生成装置。

(付記8) 前記読出手段によって読み出された情報に基づいて、前記記憶手段に記憶される前記転送管理情報を更新する管理手段をさらに備える付記4～7のいずれかに記載のデータ生成装置。

(付記9) 前記読出手段によって読み出された情報がマルチキャストグループへの加入を示す情報である場合、前記管理手段はこの情報の内容を前記記憶手段に記憶される前記転送管理情報に反映させる付記8に記載のデータ生成装置。

(付記10) 前記読出手段によって読み出された情報がマルチキャストグループからの離脱を示す情報である場合、前記管理手段はこの情報の送信元であるクライアントに関する情報を前記転送管理情報から削除する付記9に記載のデータ生成装置。

(付記11) 一定時間を計時する計時手段をさらに備え、前記計時手段が、応答要求に対する応答がクライアントから一定時間以上受信されていないと判断した場合、前記管理手段はこのクライアントに関する情報を前記転送管理情報から削除する付記9又は10に記載のデータ生成装置。

(付記12) 前記読出手段は、IGMP (Internet Group Management Protocol) バージョン3のメッセージから前記情報を読み出す付記4～11のいずれかに記載のデータ生成装置。

(付記13) 前記読出手段は、MLD (Multicast Listener Discovery) バージョン2のメッセージから前記情報を読み出す付記4～11のいずれかに記載のデータ生成装置。

(付記14) 前記管理手段は、IGMPバージョン1又はIGMPバージョン2のメッセージが受信された場合、前記転送管理情報をIGMPバージョン1又はIGMPバージョン2の仕様に基づいて変更する付記4～13のいずれかに記載のデータ生成装置。

(付記15) 前記記憶手段は、前記転送管理情報として、マルチキャストデータが転送されるべきクライアントのアドレスと、このマルチキャストデータの送信先アドレスとを関連付けて記憶する付記4～14のいずれかに記載のデータ生成装置。

(付記16) 前記記憶手段は、前記転送管理情報として、さらにマルチキャス

トデータの送信元アドレスを関連付けて記憶する付記15に記載のデータ生成装置。

(付記17) 前記記憶手段は、前記転送管理情報として、マルチキャストデータが転送されるべきクライアントのアドレスと、このマルチキャストデータの送信先アドレスとを関連付けて記憶し、

前記転送管理情報に基づいて、マルチキャストデータが転送されるべきクライアントを示すクライアント識別子と、このマルチキャストデータの送信先を示す送信先識別子と、このクライアント及びこのマルチキャストデータの送信先が関連付けて前記転送管理情報に記憶された時間と、このクライアント及びこのマルチキャストデータの送信先に関する情報が前記転送管理情報から削除された時間と、を関連付けて記憶するクライアント管理情報記憶手段をさらに備える付記10又は11に記載のデータ生成装置。

(付記18) 前記記憶手段は、前記転送管理情報として、マルチキャストデータが転送されるべきクライアントのアドレスと、このマルチキャストデータの送信先アドレスと、マルチキャストデータの送信元アドレスとを関連付けて記憶し、

前記転送管理情報に基づいて、マルチキャストデータが転送されるべきクライアントを示すクライアント識別子と、このマルチキャストデータの送信先を示す送信先識別子と、このマルチキャストデータの送信元を示す送信元識別子と、このクライアント及びこのマルチキャストデータの送信先が関連付けて前記転送管理情報に記憶された時間と、このクライアント及びこのマルチキャストデータの送信先に関する情報が前記転送管理情報から削除された時間と、を関連付けて記憶するクライアント管理情報記憶手段をさらに備える付記10又は11に記載のデータ生成装置。

(付記19) 第一のレイヤのプロトコルに基づいて転送されるマルチキャストデータの受信を所望する1以上のクライアントに関するデータを記憶する記憶手段と、

前記マルチキャストデータを受け取ったときに、前記記憶手段に記憶された前記1以上のクライアントに関するデータに基づいて、前記マルチキャストデータ

から前記第一のレイヤより低次の第二のレイヤのプロトコルに基づいて転送されるクライアント毎のユニキャストデータを生成し、このクライアント毎のユニキャストデータを前記1以上のクライアントを収容する1以上の第二のレイヤのスイッチに向けて送出する送出手段に与えるデータ生成手段と
を含むデータ生成装置。

(付記20) マルチキャストデータの転送処理に関する情報を読み出す読出手段と、

前記読出手段によって読み出された情報に基づいた転送管理情報として、マルチキャストデータが転送されるべきクライアントのアドレスと、このマルチキャストデータの送信先アドレスとを関連付けて記憶する記憶手段と、

前記記憶手段が記憶する前記転送管理情報に基づいて、受信されたマルチキャストデータの転送先となるクライアントを判断し、受信されたマルチキャストデータを、転送先となるクライアント数と同数のデータにコピーし、コピーされた夫々のデータをユニキャストデータに変更するデータ生成手段と、

前記読出手段によって読み出された情報がマルチキャストグループへの加入を示す情報である場合、この情報の内容を前記記憶手段に記憶される前記転送管理情報に反映させ、前記読出手段によって読み出された情報がマルチキャストグループからの離脱を示す情報である場合、この情報の送信元であるクライアントに関する情報を前記転送管理情報から削除する管理手段と、

前記転送管理情報に基づいて、マルチキャストデータが転送されるべきクライアントを示すクライアント識別子と、このマルチキャストデータの送信先を示す送信先識別子と、このクライアント及びこのマルチキャストデータの送信先が関連付けて前記転送管理情報に記憶された時間と、このクライアント及びこのマルチキャストデータの送信先に関する情報が前記転送管理情報から削除された時間と、を関連付けて記憶するクライアント管理情報記憶手段と
を備えるクライアント管理装置。

(付記21) マルチキャストデータの転送処理に関する情報を読み出す読出手段と、

前記読出手段によって読み出された情報に基づいた転送管理情報として、マル

チキャストデータが転送されるべきクライアントのアドレスと、このマルチキャストデータの送信先アドレスと、マルチキャストデータの送信元アドレスとを関連付けて記憶する記憶手段と、

前記記憶手段が記憶する前記転送管理情報に基づいて、受信されたマルチキャストデータの転送先となるクライアントを判断し、受信されたマルチキャストデータを、転送先となるクライアント数と同数のデータにコピーし、コピーされた夫々のデータをユニキャストデータに変更するデータ生成手段と、

前記読み出手段によって読み出された情報がマルチキャストグループへの加入を示す情報である場合、この情報の内容を前記記憶手段に記憶される前記転送管理情報に反映させ、前記読み出手段によって読み出された情報がマルチキャストグループからの離脱を示す情報である場合、この情報の送信元であるクライアントに関する情報を前記転送管理情報から削除する管理手段と、

前記転送管理情報に基づいて、マルチキャストデータが転送されるべきクライアントを示すクライアント識別子と、このマルチキャストデータの送信先を示す送信先識別子と、このマルチキャストデータの送信元を示す送信元識別子と、このクライアント及びこのマルチキャストデータの送信先が関連付けて前記転送管理情報に記憶された時間と、このクライアント及びこのマルチキャストデータの送信先に関する情報が前記転送管理情報から削除された時間と、を関連付けて記憶するクライアント管理情報記憶手段と
を備えるクライアント管理装置。

(付記 22) 第一のレイヤのデータに基づいてハードウェア的にスイッチングを行うスイッチング装置よりも上流に設置される情報処理装置によって実行されるデータ生成方法であって、

前記情報処理装置が、前記第一のレイヤよりも高次である第二のレイヤのデータから、転送データの転送処理に関する転送管理情報を読み出すステップと、

前記情報処理装置が、読み出された前記転送管理情報に基づいて転送データの転送先となるクライアントを判断するステップと、

前記情報処理装置が、前記転送先となるクライアント数と同数の、それぞれのクライアントに対して送信される、受信された転送データと同等の内容を含む送

信データを生成するステップと、

前記生成された送信データを前記スイッチング装置へ転送するステップと
を含むデータ生成方法。

(付記 23) 情報処理装置が、レイヤ2よりも高次のレイヤのデータから、マルチキャストデータの転送処理に関する情報を読み出すステップと、

情報処理装置が、前記読み出された情報に基づいた転送管理情報を記憶するステップと、

情報処理装置が、前記記憶される前記転送管理情報に基づいてマルチキャストデータの転送先となるクライアントを判断するステップと、

情報処理装置が、受信されたマルチキャストデータを、転送先となるクライアント数と同数のデータにコピーし、コピーされた夫々のデータをユニキャストデータに変更するステップと

を含むデータ生成方法。

(付記 24) 情報処理装置が、マルチキャストデータの転送処理に関する情報を読み出すステップと、

情報処理装置が、前記読み出された情報に基づいた転送管理情報として、マルチキャストデータが転送されるべきクライアントのアドレスと、このマルチキャストデータの送信先アドレスとを関連付けて記憶するステップと、

情報処理装置が、前記転送管理情報に基づいて、受信されたマルチキャストデータの転送先となるクライアントを判断するステップと、

情報処理装置が、前記受信されたマルチキャストデータを、転送先となるクライアント数と同数のデータにコピーし、コピーされた夫々のデータをユニキャストデータに変更するステップと、

情報処理装置が、前記読み出された情報がマルチキャストグループへの加入を示す情報である場合、この情報の内容を前記記憶される転送管理情報に反映させ、前記読み出された情報がマルチキャストグループからの離脱を示す情報である場合、この情報の送信元であるクライアントに関する情報を前記転送管理情報から削除するステップと、

情報処理装置が、前記転送管理情報に基づいて、マルチキャストデータが転送

されるべきクライアントを示すクライアント識別子と、このマルチキャストデータの送信先を示す送信先識別子と、このクライアント及びこのマルチキャストデータの送信先が関連付けて前記転送管理情報に記憶された時間と、このクライアント及びこのマルチキャストデータの送信先に関する情報が前記転送管理情報から削除された時間と、を関連付けて記憶するステップと
を含むクライアント管理方法。

(付記 25) 情報処理装置が、マルチキャストデータの転送処理に関する情報を読み出すステップと、

情報処理装置が、前記読み出された情報に基づいた転送管理情報として、マルチキャストデータが転送されるべきクライアントのアドレスと、このマルチキャストデータの送信先アドレスと、マルチキャストデータの送信元アドレスとを関連付けて記憶するステップと、

情報処理装置が、前記転送管理情報に基づいてマルチキャストデータの転送先となるクライアントを判断するステップと、

情報処理装置が、受信されたマルチキャストデータを、転送先となるクライアント数と同数のデータにコピーし、コピーされた夫々のデータをユニキャストデータに変更するステップと、

情報処理装置が、前記読み出された情報がマルチキャストグループへの加入を示す情報である場合、この情報の内容を前記転送管理情報に反映させ、前記読み出された情報がマルチキャストグループからの離脱を示す情報である場合、この情報の送信元であるクライアントに関する情報を前記転送管理情報から削除するステップと、

情報処理装置が、前記転送管理情報に基づいて、マルチキャストデータが転送されるべきクライアントを示すクライアント識別子と、このマルチキャストデータの送信先を示す送信先識別子と、このマルチキャストデータの送信元を示す送信元識別子と、このクライアント及びこのマルチキャストデータの送信先が関連付けて前記転送管理情報に記憶された時間と、このクライアント及びこのマルチキャストデータの送信先に関する情報が前記転送管理情報から削除された時間と、を関連付けて記憶するステップと

を含むクライアント管理方法。

【0200】

【発明の効果】

本発明によれば、あるレイヤ（例えばレイヤ3）以上の情報を用いたマルチキャストグループ管理プロトコルが使用されるネットワークにおいて、あるレイヤよりも低次のレイヤ（例えばレイヤ2）のスイッチング装置に変更を行うことなく、このスイッチング装置によって、マルチキャストデータの受信を望むクライアントが接続されるポートのみにマルチキャストデータが配信される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 IPマルチキャストを用いたネットワークの構成例を示す図である。

【図2】 マルチキャストアドレスの割り当てを示す表である。

【図3】 IGMP v1の概要を示す図である。

【図4】 IGMP v2の概要を示す図である。

【図5】 IGMP v3の概要を示す図である。

【図6】 INCLUDEモードを指定したクライアントのみが接続される状態を示す図である。

【図7】 EXCLUDEモードを指定したクライアントが接続される状態を示す図である。

【図8】 マルチキャストルーティングプロトコルの概要を示す図である。

【図9】 RFC1112の概要を示す図である。

【図10】 本発明の転送装置が使用された転送システムを示す図である。

【図11】 転送装置のブロック図である。

【図12】 マルチキャストシステムのネットワーク構成を示す図である。

【図13】 マルチキャストルータのブロック図である。

【図14】 マルチキャストパケット処理部のブロック図である。

【図15】 受信クライアント情報管理テーブルの例を示す図である。

【図16】 IGMPメッセージを含むパケットのフォーマットを示す図である。

【図17】 MLDv2メッセージを含むパケットのフォーマットを示す図である。

【図18】 IPv4のパケットのヘッダフォーマットを示す図である。

【図19】 IPv6のパケットのヘッダフォーマットを示す図である。

【図20】 IGMPv3におけるレポートメッセージのフォーマットを示す図である。

【図21】 MLDv2におけるレポートメッセージのフォーマットを示す図である。

【図22】 受信クライアント情報管理テーブルに保持されるエントリの例を示す図である。

【図23】 受信クライアント情報管理テーブルに保持されるエントリの例を示す図である。

【図24】 データフレーム生成部の動作例を示すフローチャートである。

【図25】 オリジナルのマルチキャストデータの送信処理の作用を説明するための図である。

【図26】 専用装置が用いられたネットワークの構成例を示す図である。

【図27】 コンテンツ配信システムの概要を示す図である。

【図28】 ユーザ管理テーブルの例を示す図である。

【図29】 ユーザ管理テーブルの情報を基に実施されるサービスの例を示す図である。

【符号の説明】

E 1, E 1 a, E 1 b, E 1 n サーバ

E 2, E 2 a, E 2 b, E 2 n クライアント

N 1 マルチキャスト対応ネットワーク

M 1 マルチキャストルータ

L 1 レイヤ2スイッチ

1 転送システム

2 転送装置

3 サーバ

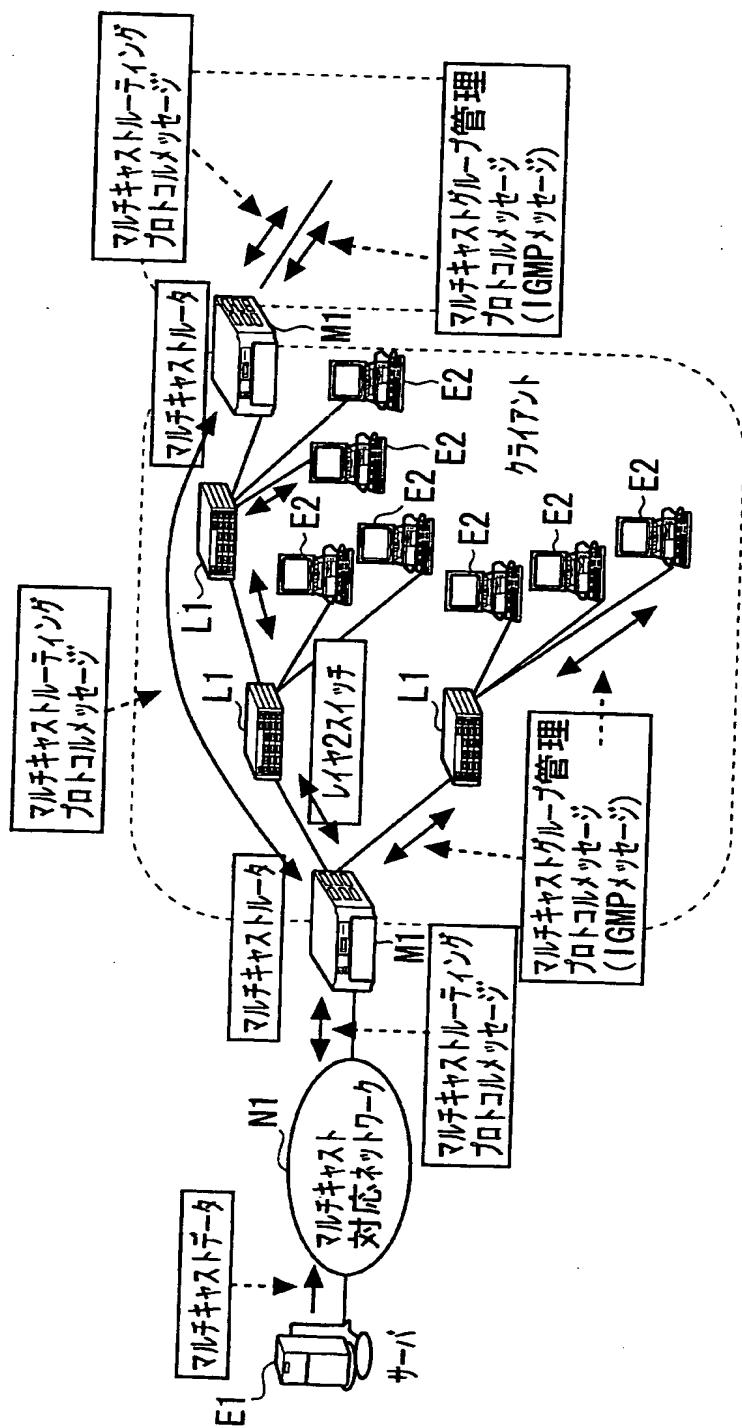
4, 4 a, 4 b	レイヤ2スイッチ
5, 5 a, 5 b	クライアント
6	マルチキャスト対応ネットワーク
7, 7 a, 7 b	送受信インターフェース
8	マルチキャストパケット処理部
9	受信クライアント情報管理テーブル記憶部
9 A	受信クライアント情報管理テーブル
10	マルチキャスト制御メッセージ判別部
11	マルチキャストパケット判別部
12	データフレーム生成部
13	転送処理部
14	ルーティングテーブル記憶部
14 A	ルーティングテーブル
15	マルチキャスト処理部
16	マルチキャストルータ
17	マルチキャストシステム
18, 18 a, 18 b, 18 c	マルチキャストパケット処理部
19	転送制御部
20	ルーティングテーブル記憶部
20 A	ルーティングテーブル
21, 21 a, 21 b, 21 c	送受信インターフェース
22	マルチキャスト処理部
23	タイマ
24	受信クライアント情報管理テーブル記憶部
24 A	受信クライアント情報管理テーブル
25	マルチキャスト制御メッセージ判別部
26	マルチキャストパケット判別部
27	データフレーム生成部
28	配信センタ

2 9	専用装置
3 0	マルチキャスト対応ネットワーク
3 1	コンテンツサーバ
3 2	E P O N
3 3	カプラ
3 4	メディアコンバータ
3 5	クライアント
3 6	ユーザ宅
3 7	ルータ
3 8	コンテンツ配信システム
3 9	サーバサイト
4 0	ユーザ管理／認証サーバ
4 1	課金サーバ
4 2	マルチキャストコンテンツ配信サーバ
4 3	ルータ
4 4	I S P の制御センタ
4 5	I S P のネットワーク
4 6	ユーザ管理テーブル

【書類名】

図面

【図 1】



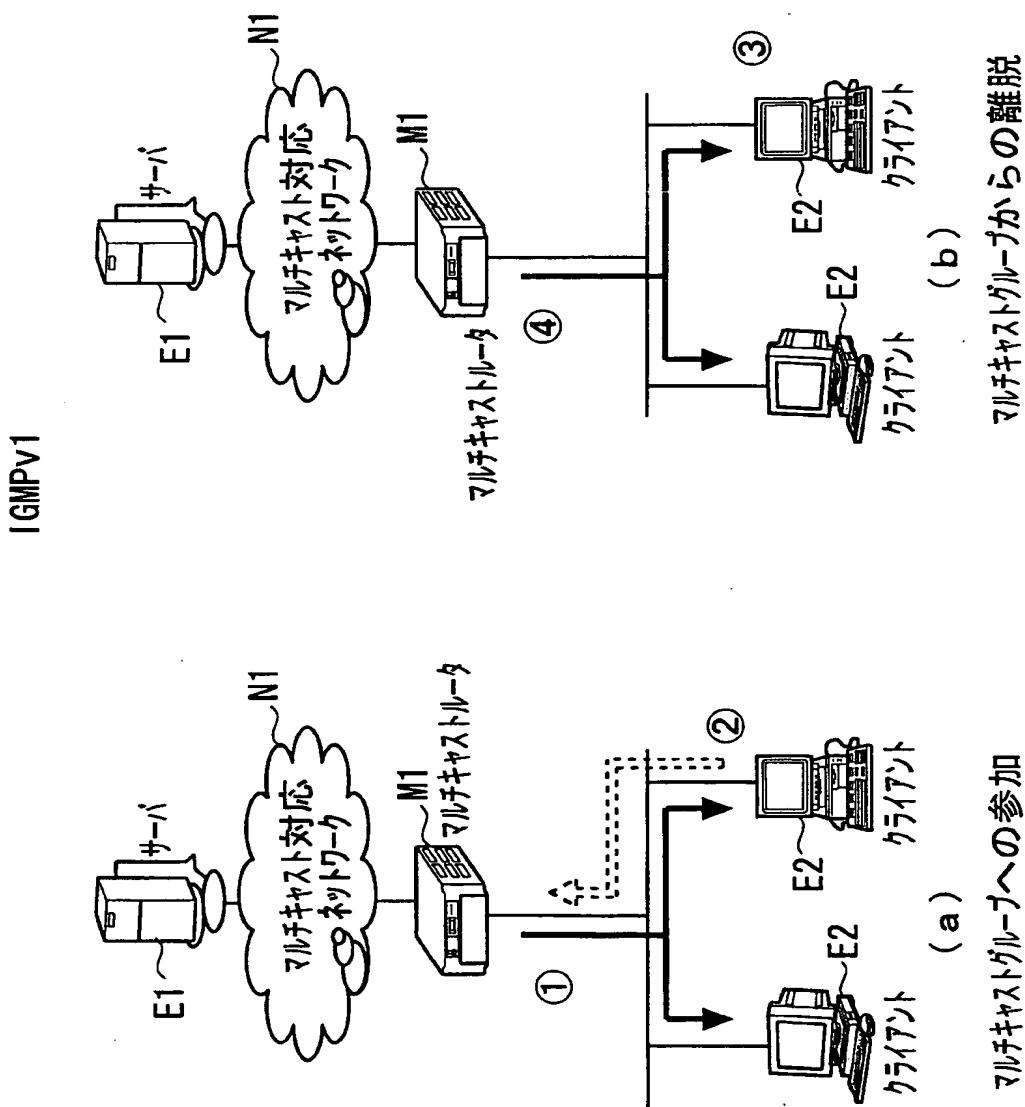
IPマルチキャストを用いたネットワーク

【図2】

マルチキャストアドレスの割り当て

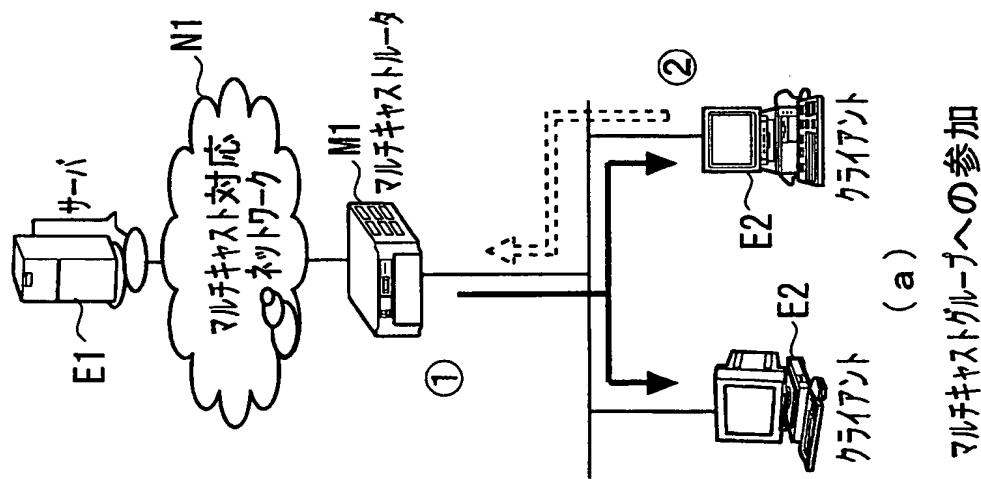
クラスDアドレス	用途
224.0.0.0	Reserved
224.0.0.1～224.0.0.255	ルーティングプロトコル用などに割り当て
224.0.0.1-ALL-SYSTEMS	
224.0.0.2-ALL-ROUTERS	
224.0.0.4-DVMRP ROUTERS	
224.0.0.5-OSFP-ALL	
⋮	
224.0.1.0～238.255.255.255	公共的な割り当て
224.0.1.7-オーディオ-ユーティリティ	
224.0.1.11-IETF会合の音声	
224.0.1.12-IETF会合の映像	
224.0.1.16-ミュージックサーバ	
⋮	
239.0.0.0～239.255.255.255	ローカルサイト用の割り当て

【図3】

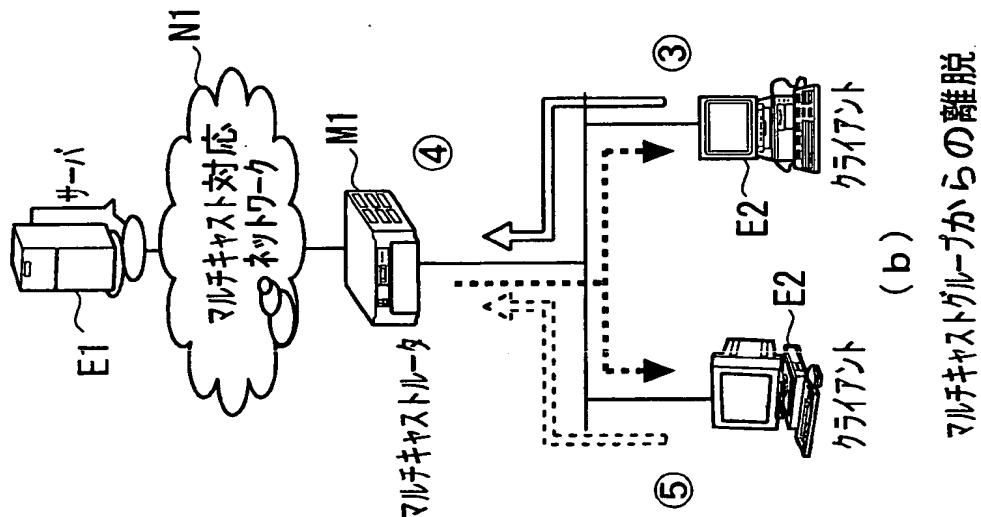


【図 4】

IGMPv2



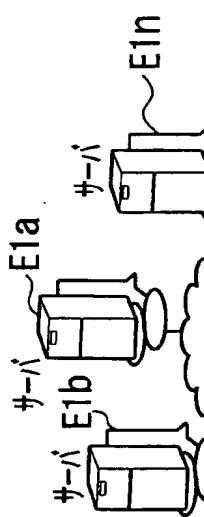
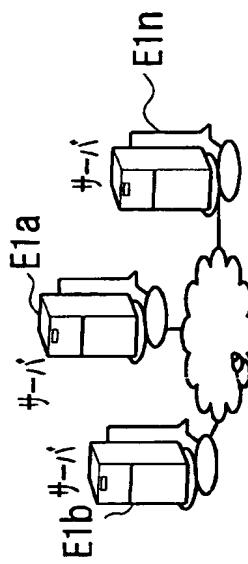
マルチキャストグループへの参加



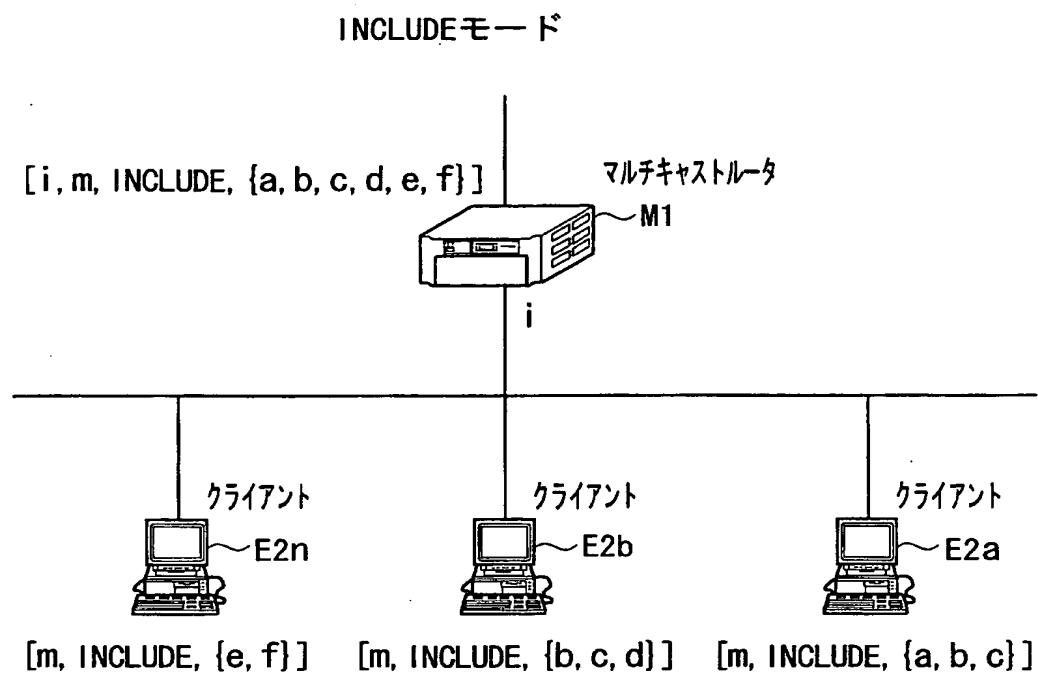
マルチキャストグループからの離脱

【図5】

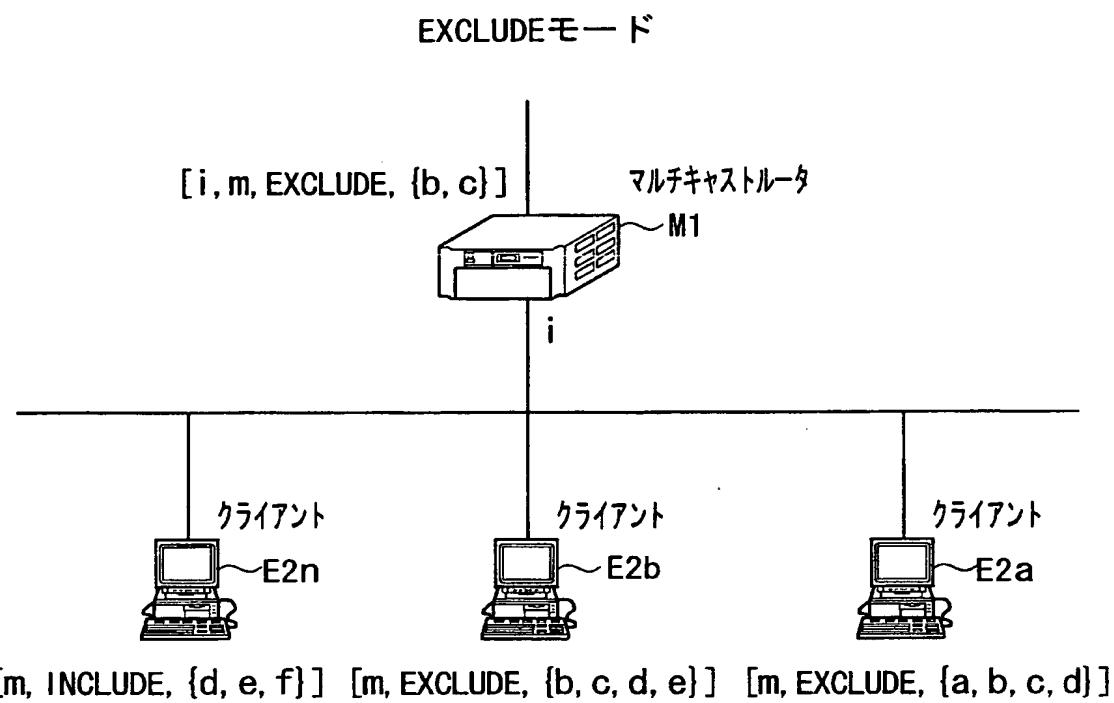
IGMPv3

(a)
マルチキャストグループへの参加(b)
マルチキャストグループからの離脱

【図 6】

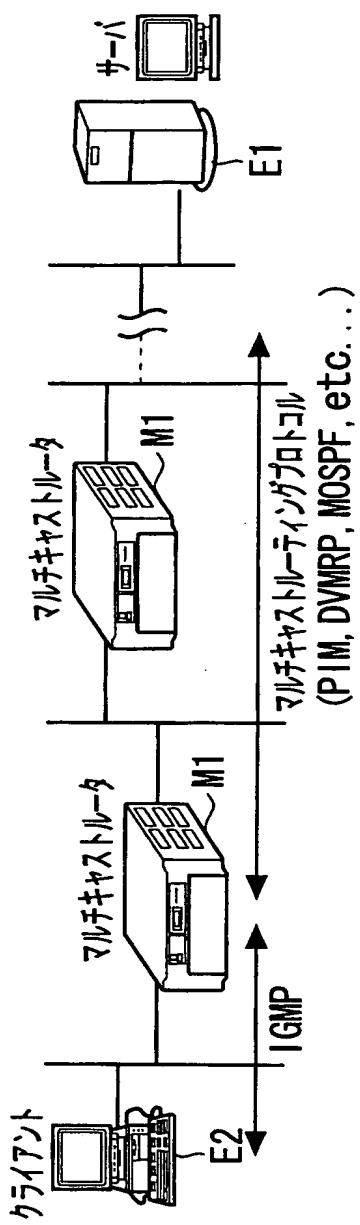


【図 7】



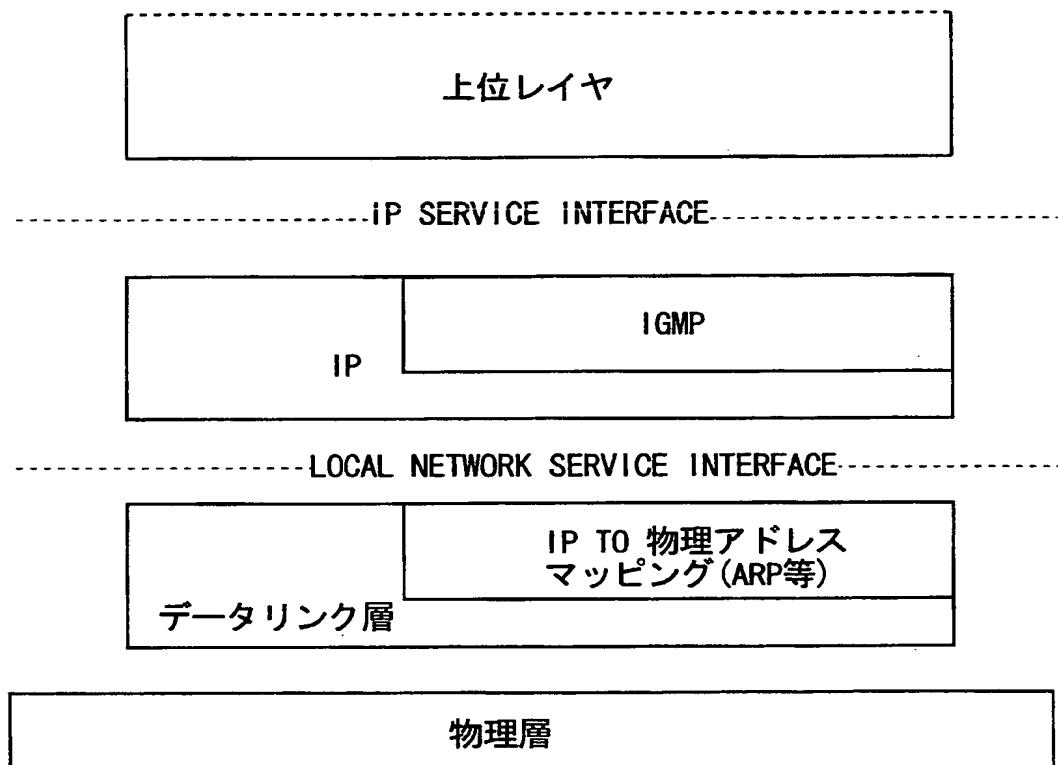
【図 8】

マルチキャストルーティングプロトコル

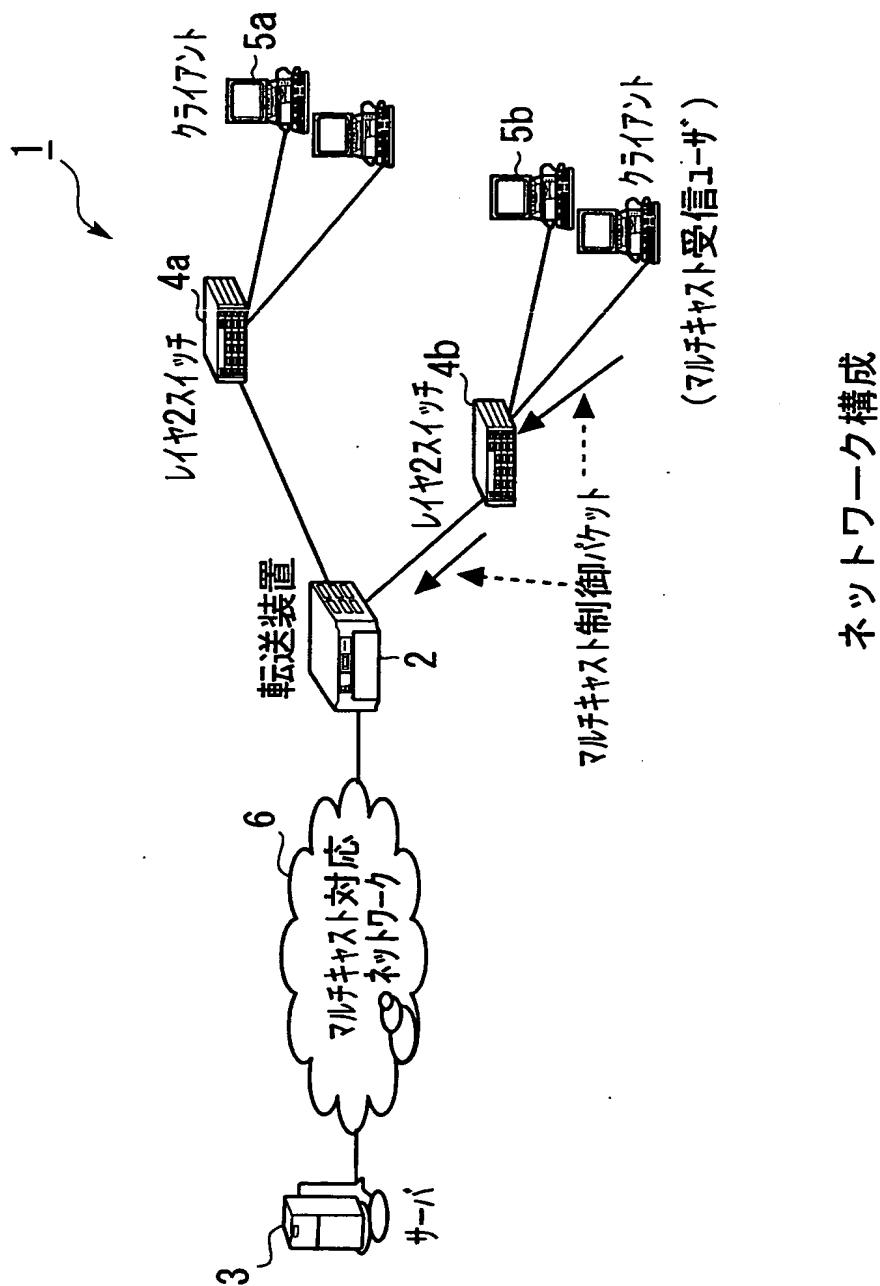


【図9】

RFC1112

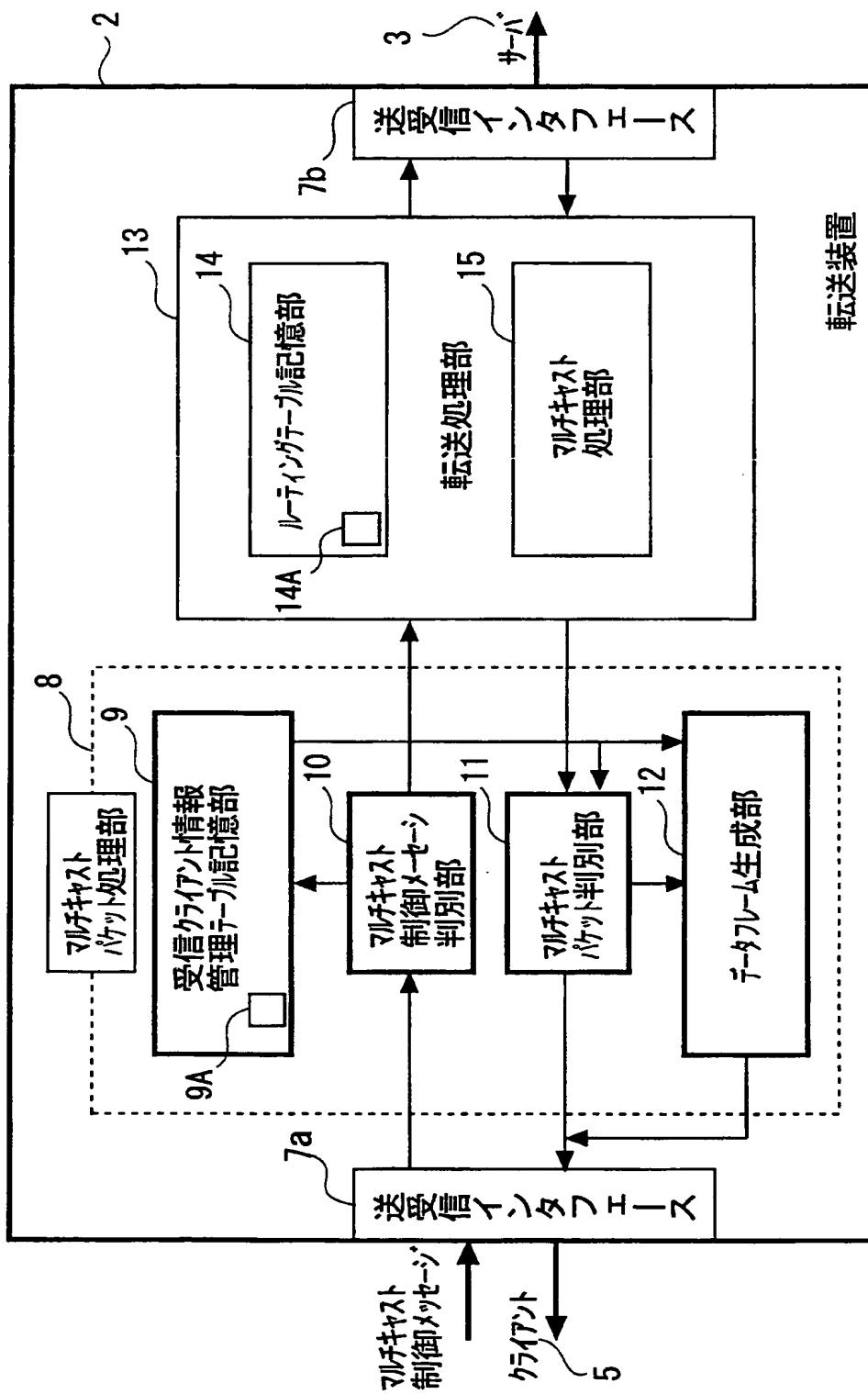


【図10】



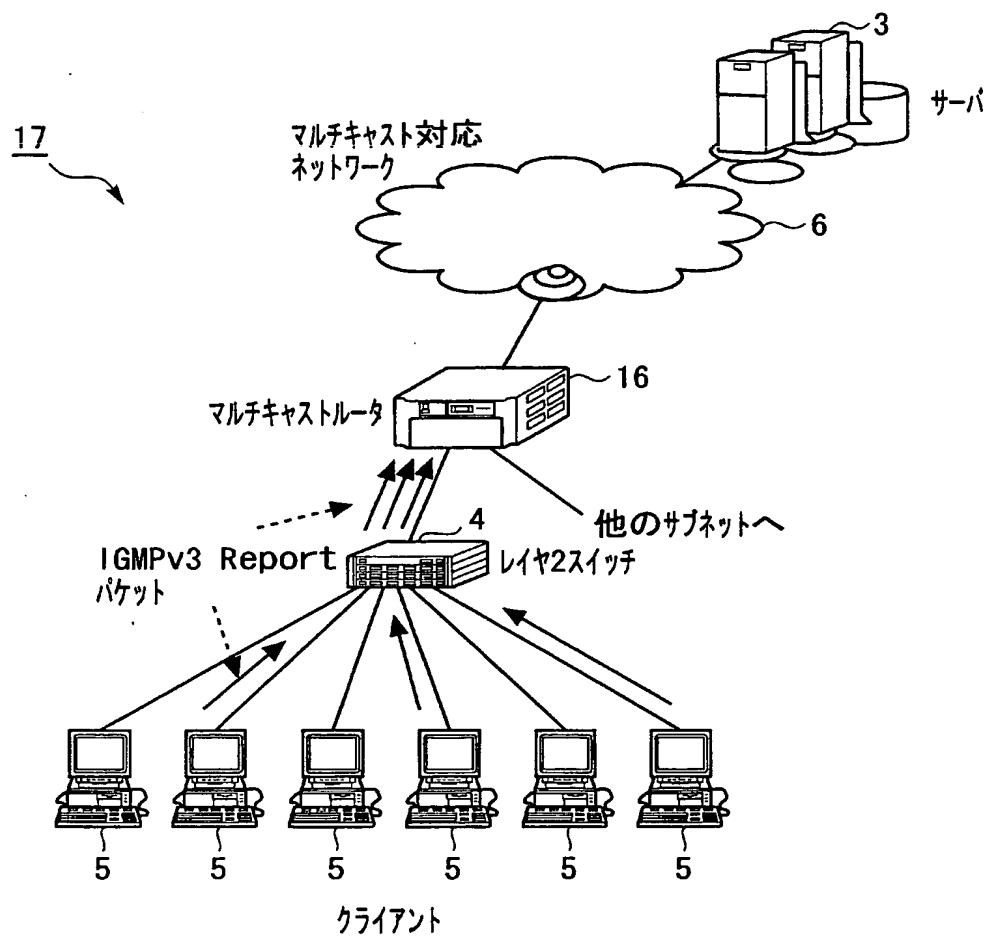
【図11】

本発明の転送装置の原理



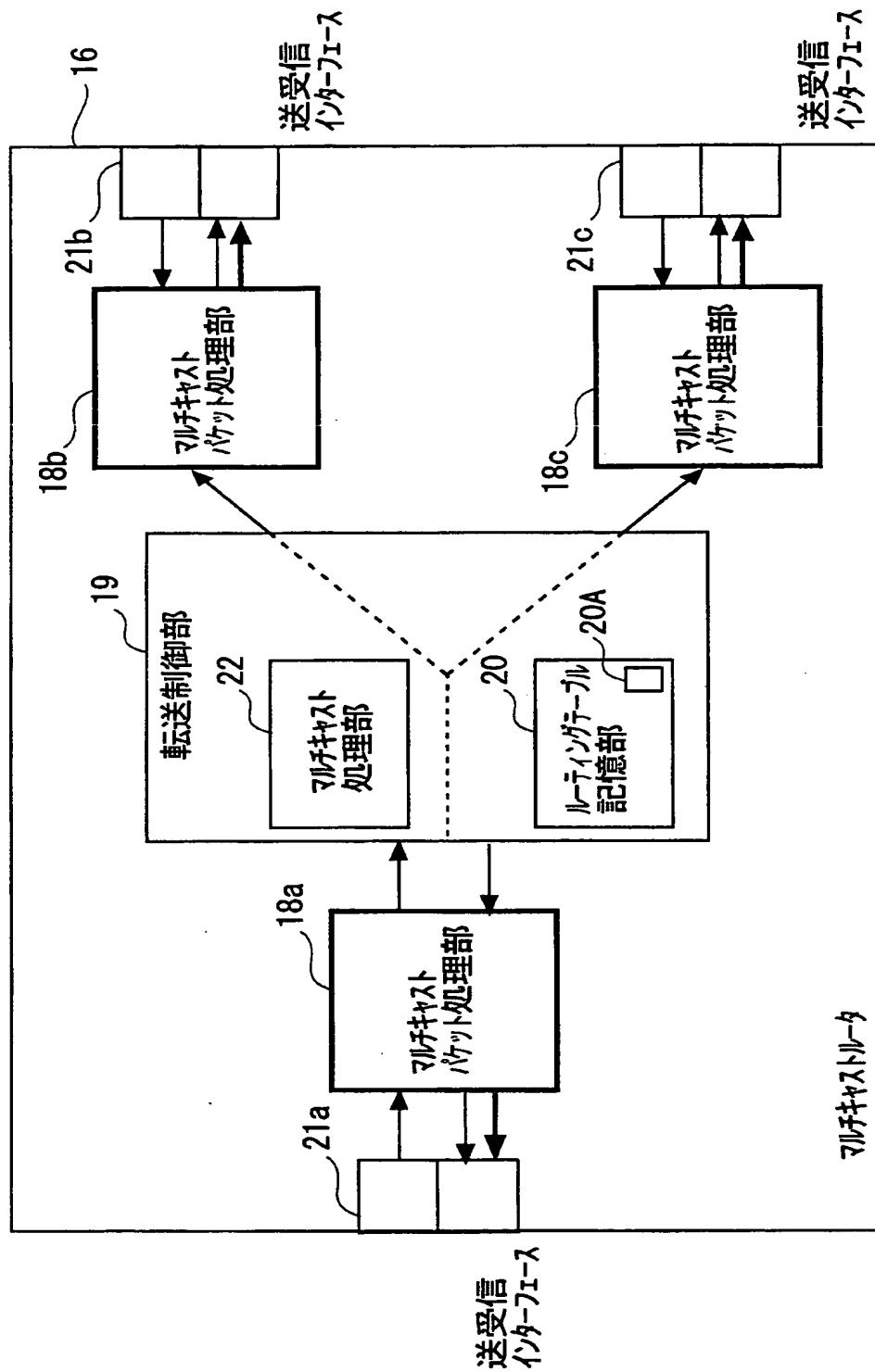
【図12】

ネットワーク構成



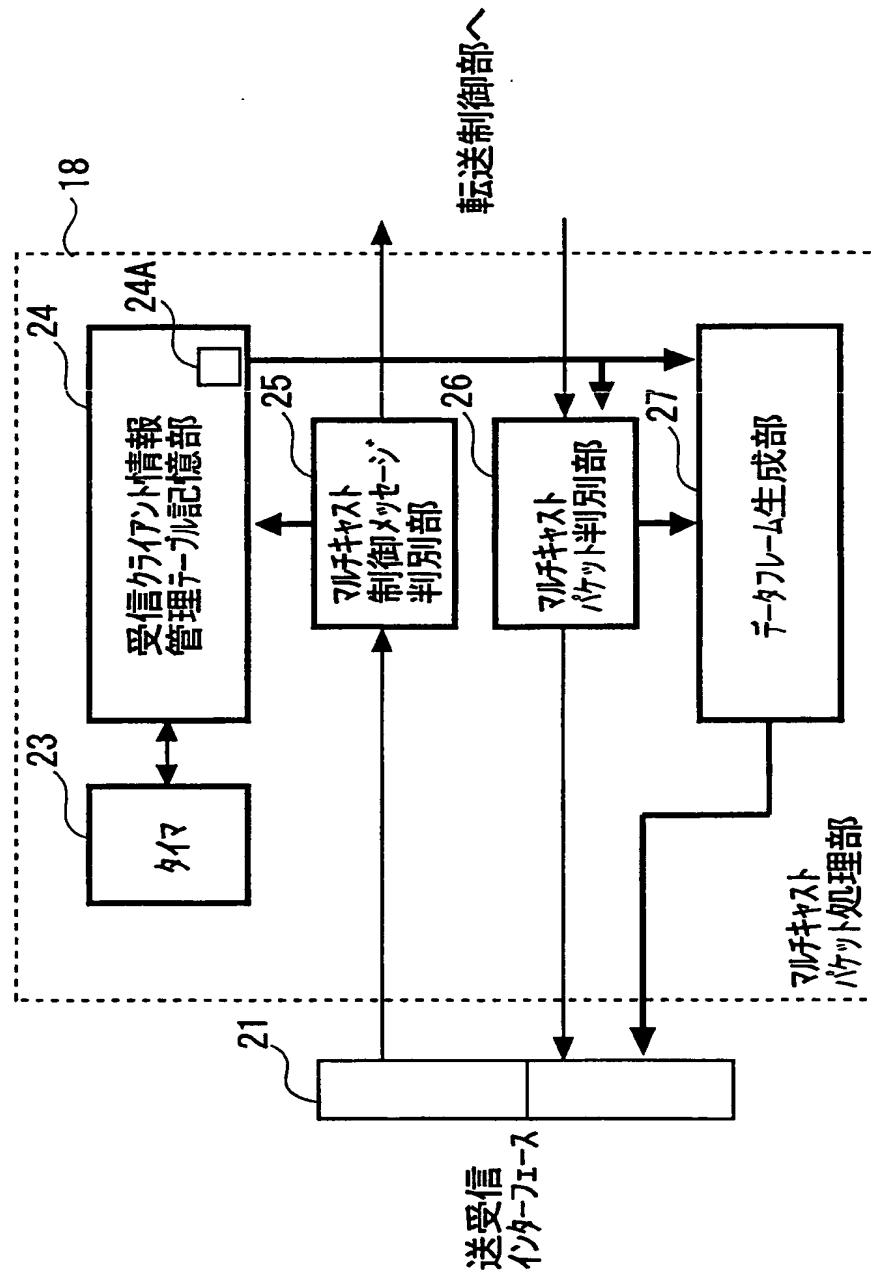
【図13】

マルチキャストルータの機能ブロック図



【図14】

マルチキャストパケット処理部



【図15】

愛信クライアント情報管理テーブル 24A					
エントリ番号	CLIENT ADDRESS	CLIENT MAC ADDRESS	MULTICAST ADDRESS	SOURCE ADDRESS	FILTER MODE
1	210.23.171.aa	xx:xx:xx:xx:12:34	238.0.0.123	61.143.221.2	INCLUDE
				61.143.221.3	
				61.143.221.4	
2	210.23.171.bb	xx:xx:xx:xx:56:78	238.225.13.33	201.67.113.65	INCLUDE
3	210.23.171.cc	xx:xx:xx:xx:90:12	239.128.0.23	211.67.0.3	EXCLUDE
4	210.23.171.dd	xx:xx:xx:xx:34:56	238.0.0.123	211.67.0.5	
				174.67.119.68	INCLUDE
				61.143.221.2	EXCLUDE
				61.143.221.5	
5	210.23.171.ee	xx:xx:xx:xx:78:90	238.125.65.1	198.12.57.227	EXCLUDE
				198.12.57.238	
6	210.23.171.ff	xx:xx:xx:xx:01:23	239.128.0.123	172.0.12.5	EXCLUDE
				61.143.221.2	INCLUDE
				61.143.221.3	
				61.143.221.5	

【図16】

IGMPメッセージフォーマット

MACヘッダ (14バイト)	IPヘッダ	IGMPメッセージ	FCS
----------------	-------	-----------	-----

【図17】

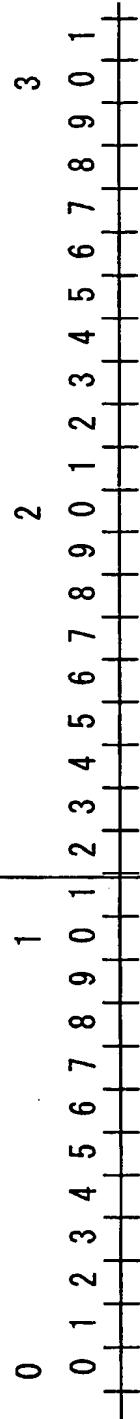
MLDv2メッセージフォーマット

MACヘッダ (14byte)	IPv6ヘッダ	MLDv2メッセージ	FCS
-----------------	---------	------------	-----

【図18】

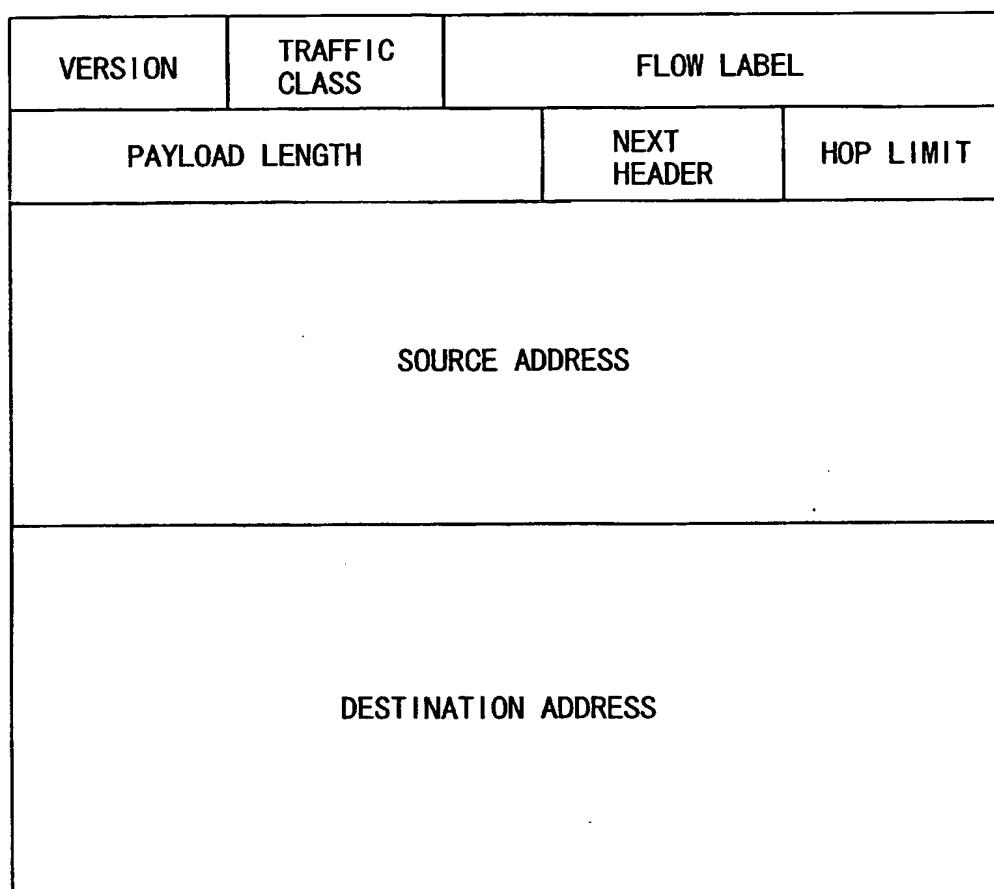
IPv4ヘッダフォーマット(RFC791より)

IGMPは値「2」



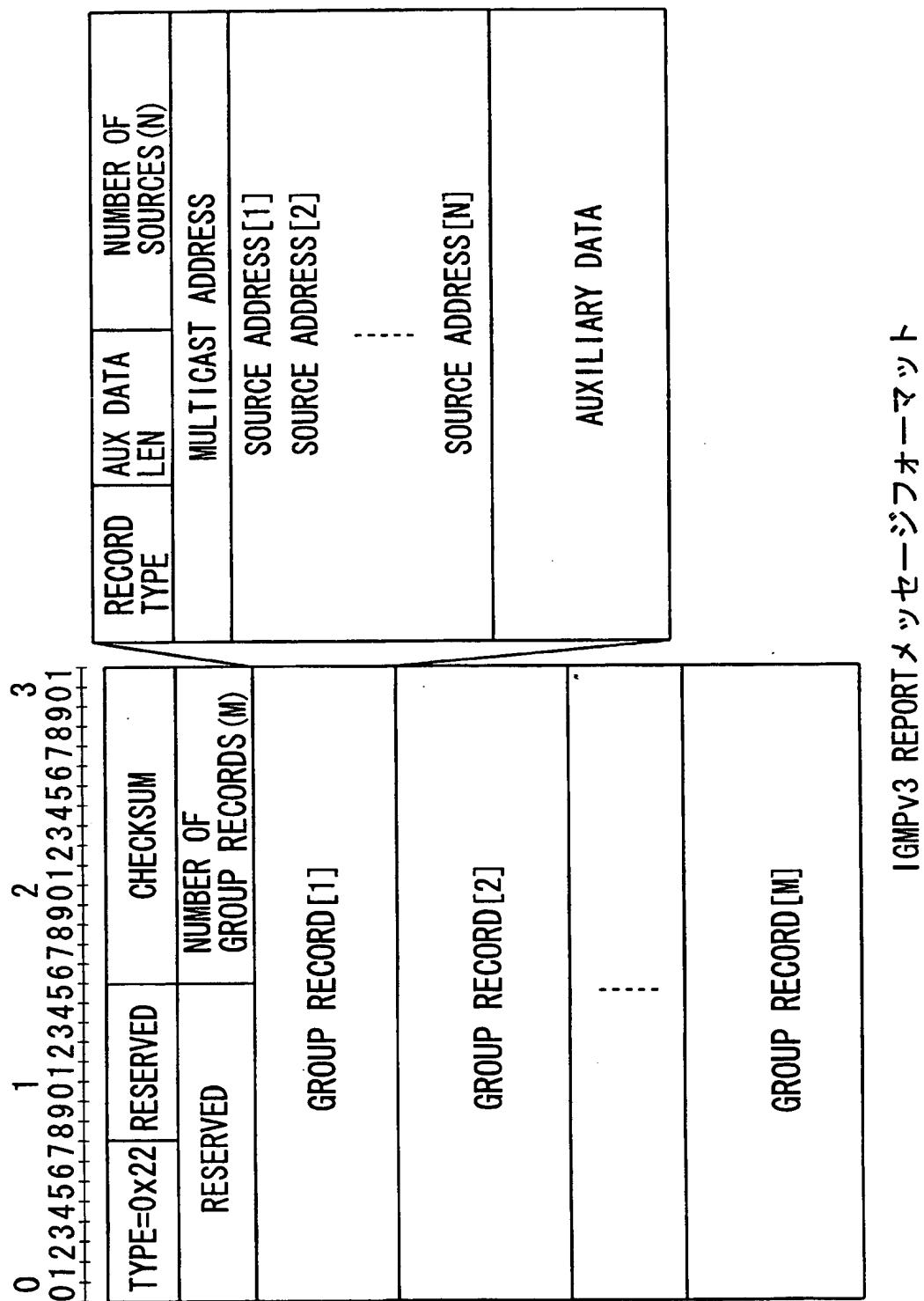
SOURCE ADDRESS	DESTINATION ADDRESS	
	OPTIONS	PADDING

【図19】



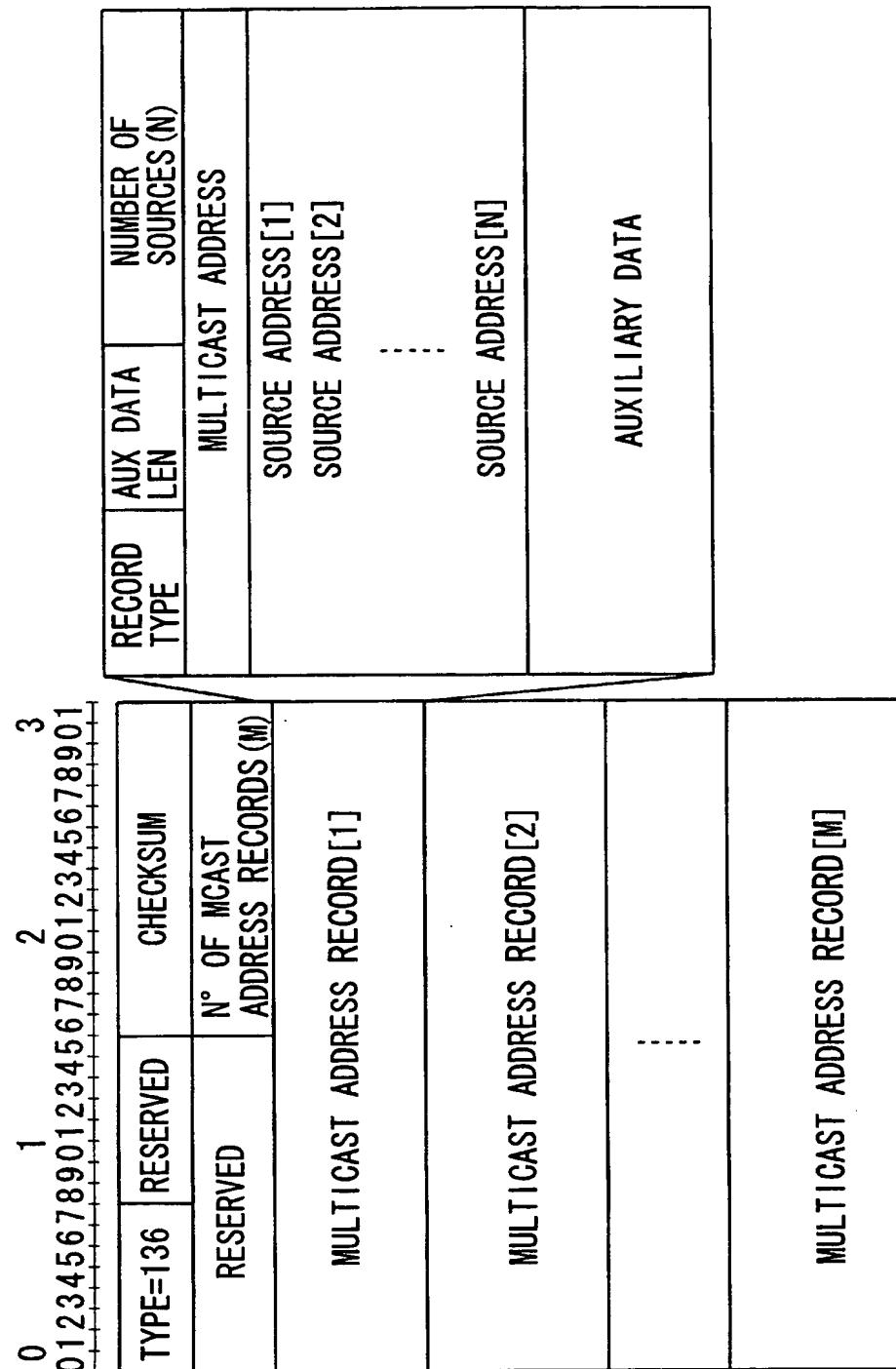
IPv6ヘッダフォーマット(RFC2460より)

【図20】



IGMPv3 REPORT メッセージフォーマット

【図21】



MLDv2 REPORT メッセージフォーマット

【図22】

エントリの例

24A					
エントリ番号	CLIENT ADDRESS	CLIENT MAC ADDRESS	MULTICAST ADDRESS	SOURCE ADDRESS	FILTER MODE
• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •
7	210.23.171.gg	xx:xx:xx:xx:45:67	238.0.2.222	61.143.221.38	INCLUDE

【図23】

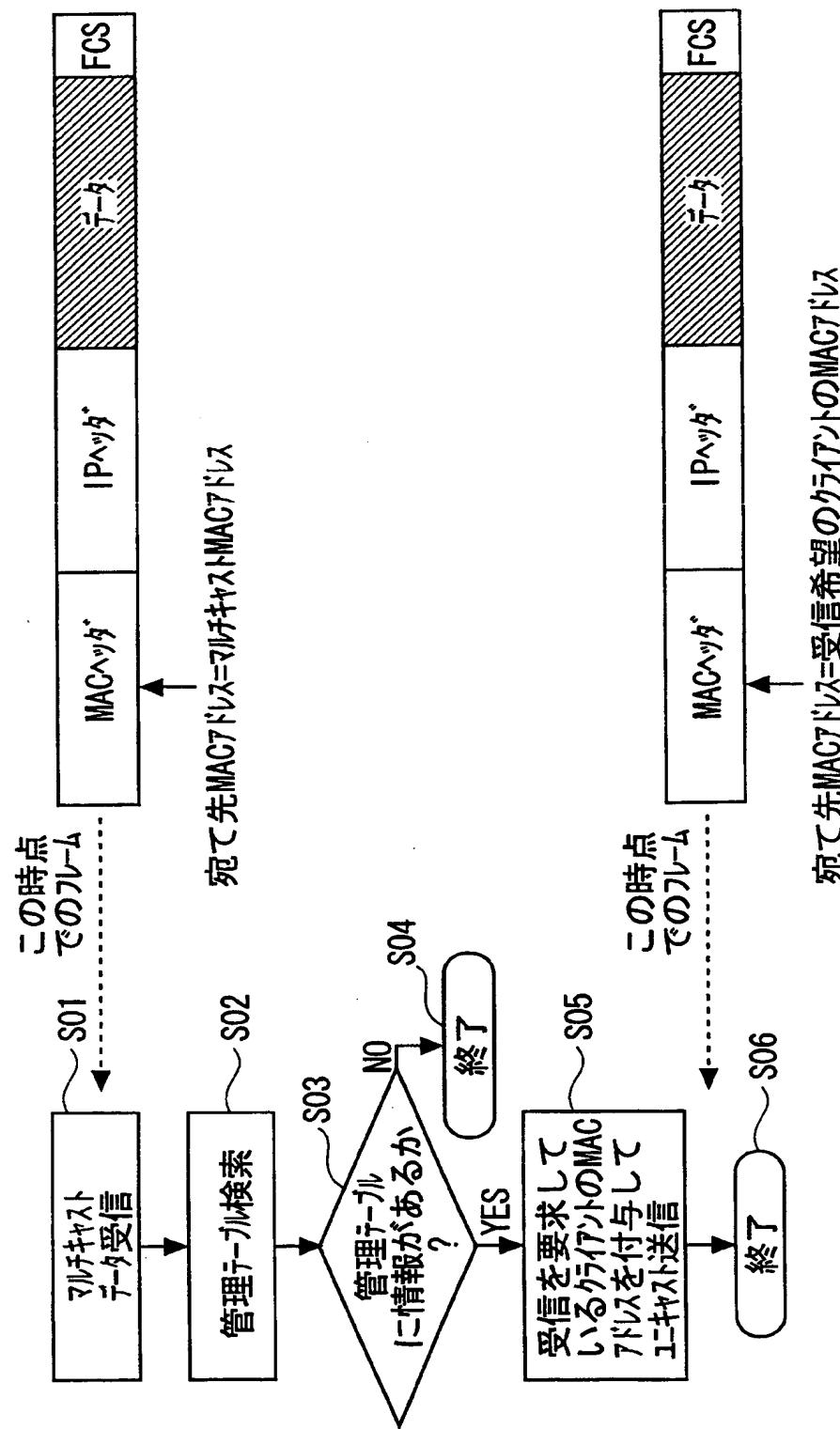
エントリの例

24A

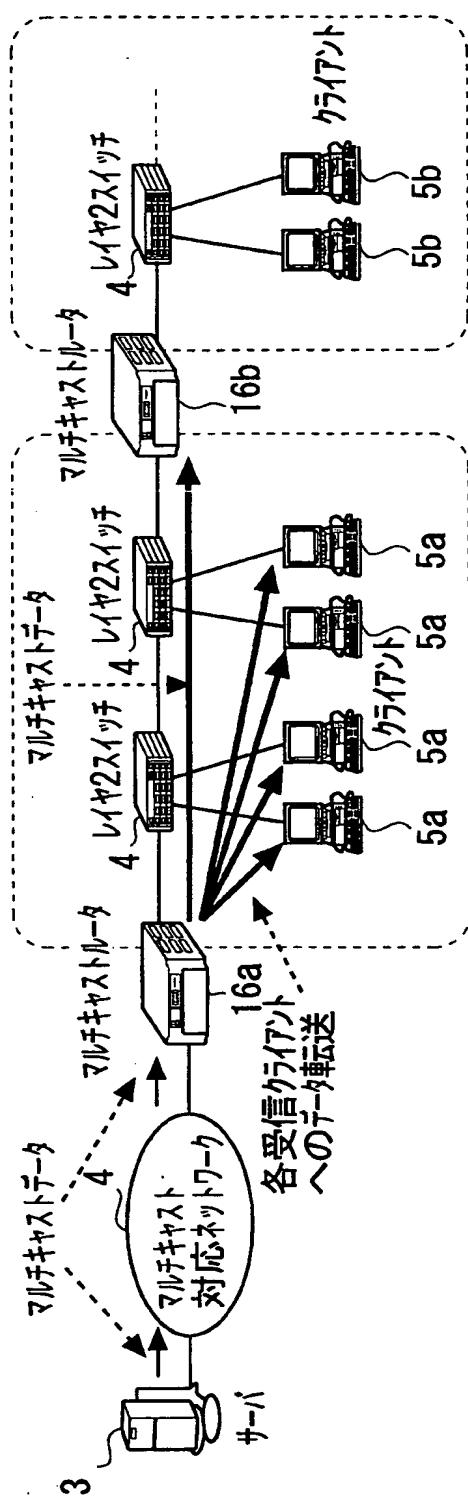
エントリ番号	CLIENT ADDRESS	CLIENT MAC ADDRESS	MULTICAST ADDRESS	SOURCE ADDRESS	FILTER MODE
1	210.23.171.aa	xx:xx:xx:xx:12:34	238.0.0.123	61.143.221.2	EXCLUDE
			238.28.0.33	201.67.113.65	INCLUDE
•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•

【図24】

データフレーム生成部27の動作例

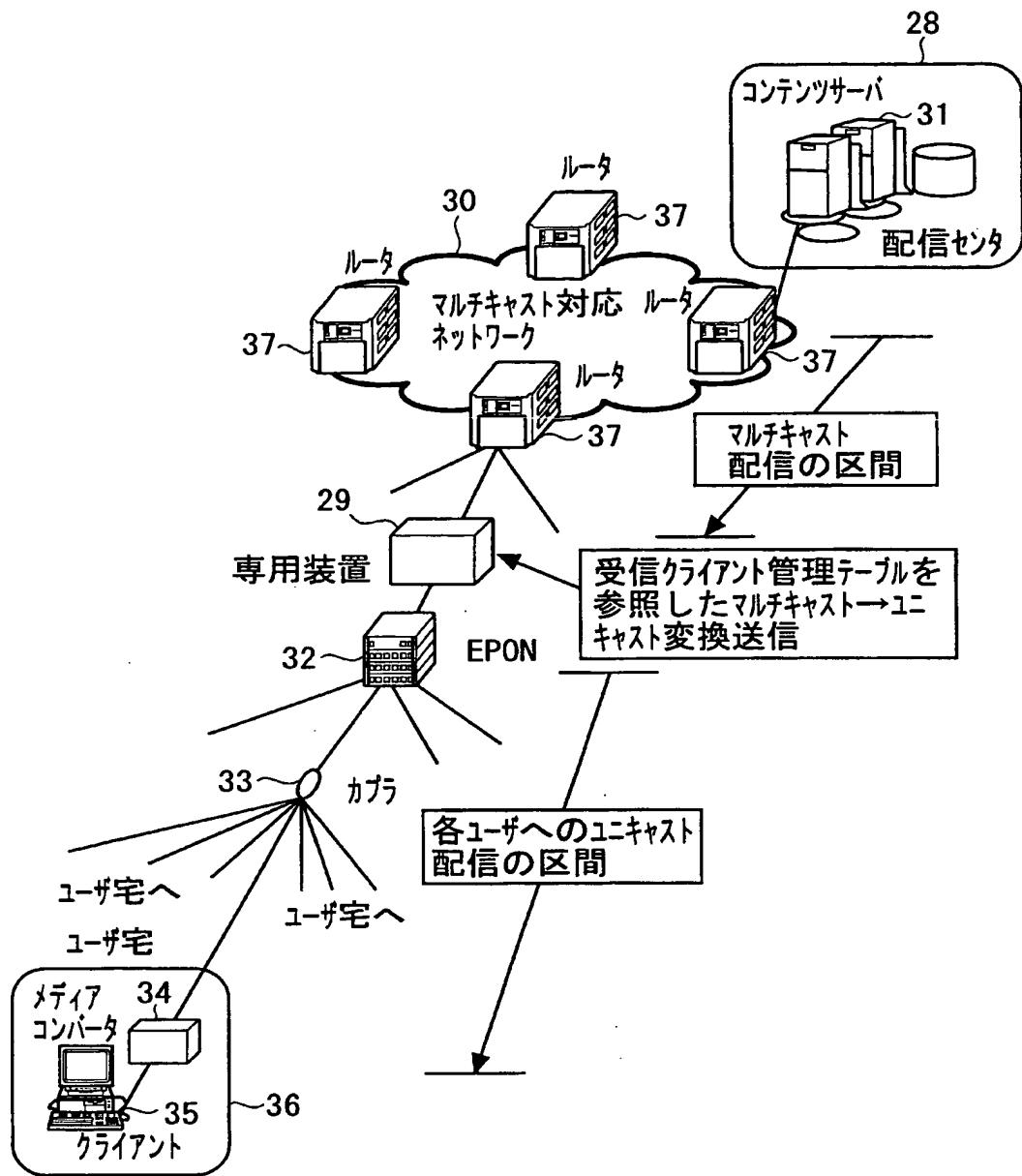


【図25】



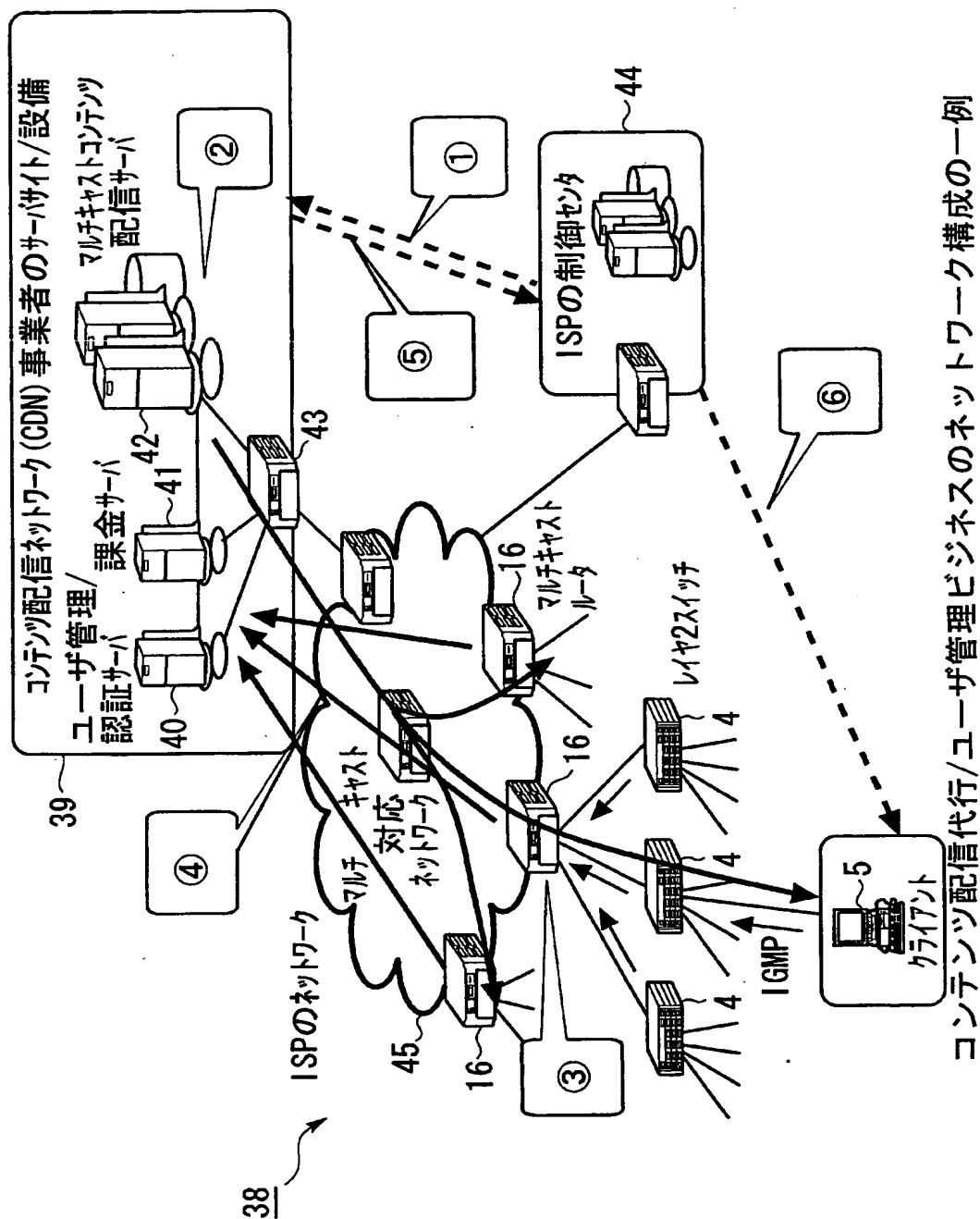
オリジナルマルチキャストデータの転送

【図26】



本発明の機能を実装した専用装置による既存ネットワークへの導入例

【図27】



【図28】

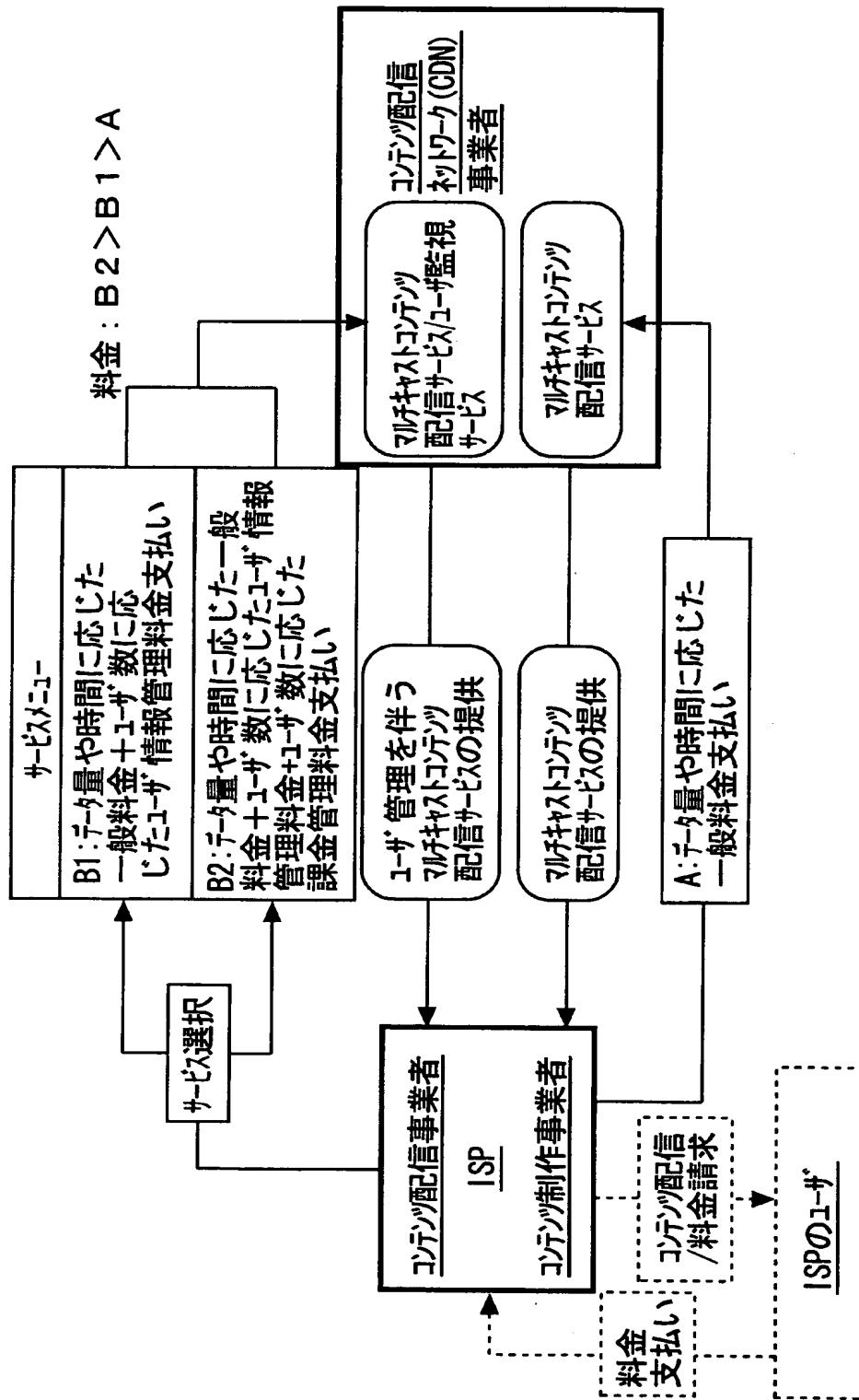
ユーザ管理テーブル

46

ユーザ名	1-ザアドレス (アライアンアドレス)	受信コンテナアドレス (マルチキャストアドレス)	受信開始時間	受信終了時間
A	xxx. xx. x. 111	238. 0. a. aaa	T11	T12
		238. 0. a. bbb	T13	T14
B	xxx. xx. x. 112	238. 0. a. bbb	T21	T22
		238. 0. a. aaa	T31	T32
C	xxx. xx. x. 113	238. 0. a. bbb	T33	T34
		238. 0. a. ccc	T35	T36
...
...
Y	xxx. xx. x. 124	238. 0. a. aaa	T241	T242
Z	xxx. xx. x. 125	238. 0. a. bbb	T251	T252

【図29】

ユーザ管理テーブルの情報に基づくサービス



【書類名】要約書**【要約】**

【課題】 レイヤ3以上の情報を用いたマルチキャストグループ管理プロトコルが使用されるネットワークにおいて、マルチキャストデータが、レイヤ2スイッチを介して、このマルチキャストデータの受信を望むクライアントが接続されるポートのみに配信されるシステムや装置を提供すること。

【解決手段】 第一のレイヤのデータに基づいてハードウェア的にスイッチングを行うスイッチング装置よりも上流に設置されるデータ生成装置であって、前記第一のレイヤよりも高次である第二のレイヤのデータから、転送データの転送処理に関する転送管理情報を読み出す読出手段と、前記読出手段によって読み出される前記転送管理情報を記憶する記憶手段と、前記記憶手段が記憶する前記転送管理情報に基づいて転送データの転送先となるクライアントを判断し、転送先となるクライアント数と同数の、それぞれのクライアントに対して送信される、受信された転送データと同等の内容を含む送信データを生成するデータ生成手段とを備える。

【選択図】 図11

特願 2003-029355

出願人履歴情報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日
[変更理由] 住所変更
住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名 富士通株式会社